

CUIEET

Gijón

Gijón,
25, 26 y 27 de
junio 2018

XXVI Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas

Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón

LIBRO DE ACTAS



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo



LIBRO DE ACTAS DEL
XXVI Congreso Universitario de Innovación Educativa
En las Enseñanzas Técnicas
25-27 de junio de 2018
Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón
UNIVERSIDAD DE OVIEDO

© Universidad de Oviedo, 2018

ISBN: 978-84-17445-02-7

DL: AS 1893-2018

La importancia de las empresas como patrocinadores de los laboratorios de fabricación (Fab Labs)	1
La formación dual universitaria en el Grado en Ingeniería en Automoción de la IUE-EUI de Vitoria-Gasteiz. Requisitos de calidad	12
Prácticas formativas en la UPV: objetivo estratégico	24
Elaboración de <i>audioslides</i> para apoyo a la enseñanza en inglés en los grados bilingües	36
<i>Effect of Industry 4.0 on education systems: an outlook</i>	43
Uso de simuladores y herramientas de programación para facilitar la comprensión de la operación de los sistemas eléctricos	55
Aplicación de ejercicios resueltos de ingeniería del terreno con recursos de acceso libre para teléfonos móviles y tabletas electrónicas	67
<i>Proposal to determine learning styles in the classroom</i>	77
La soledad de los Millennials en la EPI de Gijón	84
Mejora de la calidad de la formación postgraduada en ortodoncia de la Universidad de Oviedo	96
El plagio entre el alumnado universitario: un caso exploratorio	106
Competencias necesarias en el ejercicio de la profesión de Ingeniería Informática: experimento sobre la percepción de los estudiantes	116
El proyecto <i>Flying Challenge</i> , una experiencia de interconexión universidad-empresa utilizando mentoría entre iguales	127
Formación en ingeniería con la colaboración activa del entorno universitario	134
“Emprende en verde”. Proyecto de innovación docente de fomento del emprendimiento en el ámbito de las Ingenierías Agrarias	146
Competencia transversal de trabajo en equipo: evaluación en las enseñanzas técnicas	158
<i>Introducing sustainability in a software engineering curriculum through requirements engineering</i>	167

Percepción de las competencias transversales de los alumnos con docencia en el área de producción vegetal	176
Experiencia de aprendizaje basado en proyectos con alumnos Erasmus	186
Elaboración de un juego de mesa para la adquisición de habilidades directivas en logística	198
Proyecto IMAI - innovación en la materia de acondicionamiento e instalaciones. Plan BIM	210
<i>BIM development of an industrial project in the context of a collaborative End of Degree Project</i>	221
Desarrollo de un sistema de detección de incendios mediante drones: un caso de aprendizaje basado en proyectos en el marco de un proyecto coordinado en un Máster Universitario en Ingeniería Informática	231
Algunas propuestas metodológicas para el aprendizaje de competencias matemáticas en ingeniería	243
Riesgos psicosociales del docente universitario	255
<i>Face2Face</i> una actividad para la orientación profesional	267
Trabajo fin de grado. Una visión crítica	276
Gamificaci en el aula: “ <i>Escape Room</i> ” en tutorías grupales	284
Una evolución natural hacia la aplicación del aprendizaje basado en diseños en las asignaturas de la mención de sistemas electrónicos del Grado en Ingeniería en Tecnologías y Servicios de Telecomunicación. Una experiencia docente desde la EPI de Gijón	296
Propuesta para compartir escenarios docentes a través de <i>visual thinking</i> . Bases de la termografía, equipos electromédicos termo-gráficos y su aplicación en salud	308
EMC: aspectos prácticos en el ámbito docente	316
Habilidades sociales en la ingeniería	327
Aprendizaje orientado a proyectos integradores y perfeccionamiento del trabajo en equipo caso - Máster Erasmus Mundus en Ingeniería Mecatrónica	339

Tendencias en la innovación docente en enseñanzas técnicas: análisis y propuesta de mejoras para la asignatura Mecánica de Fluidos	349
Diseño y puesta en marcha de una práctica docente basada en recuperación de energía térmica mediante dispositivos termoeléctricos	361
Caso de estudio en el procedimiento de un grupo de estudiantes cuando se aplica Evaluación Formativa en diferentes materias de un Grado de Ingeniería	373
Visionado de vídeos como actividad formativa alternativa a los experimentos reales	385
Utilización de vídeos <i>screencast</i> para la mejora del aprendizaje de teoría de circuitos en grados de ingeniería	394
La invasión de los garbanzos	406
Evolución del sistema de gestión de prácticas eTUTOR entre los años 2010 y 2017	418
Implementación de juegos educativos en la enseñanza de química en los grados de ingeniería	430
Trabajando interactivamente con series de Fourier y trigonométricas	439
Aproximación de las inteligencias múltiples en ingeniería industrial hacia una ingeniería inteligente	450
Cooperando mayor satisfacción. Experiencias de dinámicas cooperativas en 1 ^{er} curso de ingeniería en el área de expresión gráfica.	461
Cognición a través de casos en el área de Acondicionamiento e Instalaciones de la E.T.S. de Arquitectura de Valladolid	473
Un instrumento para explorar las actitudes hacia la informática en estudiantes de matemáticas	482
La metodología <i>contest-based approach</i> en STEM: modelización de datos meteorológicos	493
Técnicas de gamificación en ingeniería electrónica	505
El reto del aprendizaje basado en proyectos para trabajar en competencias transversales. aplicación a asignaturas de electrónica en la ETSID de la UPV	521

Dibujo asistido por ordenador, sí, pero con conocimiento de geometría	534
Introduciendo la infraestructura verde y los sistemas de drenaje sostenible en los estudios de grado y postgrado en ingeniería	547
Aprendizaje colaborativo en Teoría de Estructuras	559
Modelo de evaluación y seguimiento de los trabajos fin de grado (TFG) y trabajos fin de máster (TFM) tutorizados en el área de Ingeniería de los Procesos de Fabricación	567
El Taller de Diseño como núcleo de innovación docente y eje de adquisición de competencias en la formación del Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos	579
Diseño y evaluación de un laboratorio virtual para visualizar en 3D el gradiente y la derivada direccional en un campo escalar bidimensional	588
La ludificación como herramienta de motivación en la asignatura bilingüe <i>Waves and Electromagnetism</i>	600
Gamificación en la impartición de Cálculo de Estructuras	612
Análisis de las actitudes visuales y verbales de alumnos noveles de Grado de Ingeniería en la Universidad Politécnica de Cartagena	621
Diseño curricular del Programa de Ingeniería Mecánica de la Universidad Pontificia Bolivariana, sede Medellín, Colombia	633
Evaluación significativa de prácticas de laboratorio: portfolios <i>versus</i> prueba final objetiva	644
Introducción de la Cultura Científica en Grados de Ingeniería	658
Detección de errores conceptuales en Matemáticas de los alumnos del grado en Ingeniería Informática del Software en su primer año de carrera.	665
Rúbrica de evaluación en un laboratorio de Ingeniería Química	676
Factores explicativos de la elección de grados en el área agroalimentaria	686
Diseño de una actividad para el desarrollo y evaluación de competencias transversales en el ámbito de la Teoría de Máquinas y Mecanismos	696

Necesitamos “engineers”. Programa para el desarrollo de las competencias de una ingeniera	708
Estudio de la Implantación de Competencias dentro del marco europeo: revisión prospectiva en las enseñanzas técnicas de la Universidad de Oviedo	718
Sostenibilidad e Ingeniería Industrial: estrategias para integrar la ética en los programas de formación	730
Una experiencia en proyectos europeos de ambito educativo	743
Modelos didácticos de Goma-EVA para visualizar conceptos y detalles en la enseñanza de estructuras metálicas	750
<i>Introduction to the Fluid Dynamics of Biological Flows. Innovation project using the CFD simulation of the lung air flow.</i>	762
Aprendizaje activo y cooperativo en el Area de Informática Industrial	772
Aprender en el contexto de la empresa	784
Valoración por las empresas de las competencias en las prácticas realizadas por alumnos de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño	792
Sinergia bidireccional universidad-empresa. Caso de estudio: Aula Universitaria de Arquitectura	804
Nuevas técnicas metodologías para el fomento de habilidades transversales y transferencia del conocimiento en universitarios	815
Formación en competencias socialmente responsables en la Universidad de Oviedo	823
Competencias transversales en la asignatura Tecnología Medioambiental	833
Actividad sobre la competencia emprendedora introduciendo <i>Lean Startup</i> en un grado de ingeniería	842
Evaluación de la competencia transversal ‘Comunicación Efectiva’ mediante presentaciones en vídeo	854
Dinamización del aprendizaje de VHDL a través del aprendizaje basado en proyectos en una asignatura de máster	863
Proyecto Solar-F. Desarrollo de un prototipo de seguidor solar	875

Definición de tareas de aprendizaje basado en proyecto colaborativo para Ingeniería Mecatrónica	883
La investigación-acción participativa como herramienta de responsabilidad social universitaria	895
Implantación del Programa de Mentorías entre iguales MENTOR EPIGIJON	907
De Orienta a Mentor	919
Sello RIME de calidad de la función orientadora. Poniendo en valor la acción tutorial	931
Establecimiento de una relación productiva doctorando/supervisor: expectativas, roles y relación	943
Análisis de singularidades en transformaciones trifásicas, empleando una plataforma educativa para ingeniería	953
El cuadro de mandos como entorno educacional	961
DIBUTECH: plataforma web interactiva para la resolución de ejercicios gráficos en Ingeniería	975
Alumnos más participativos con el uso de herramientas de gamificación y colaboración	985
Utilización de prensa <i>online</i> , Campus Virtual y dispositivos móviles para el aprendizaje y aplicación de conceptos económico-empresariales en estudiantes de ingeniería	997
El rol de la práctica de campo en la clase inversa. Caso práctico sobre el diseño de productos para la <i>smartcity</i> en el contexto del Jardín del Túria	1008
Desarrollo de competencias transversales en ingeniería con el inglés como lengua vehicular y mejora de la participación con aprovechamiento en clase.	1019
Experiencia de desarrollo y evaluación de prácticas utilizando TIC	1031
Diseño e implementación de una herramienta de coordinación de los títulos que se imparten en la Escuela de Ingenierías Industriales	1042
<i>Framework for the analysis of students association' interests & voices</i>	1054

Mejora continua en el proceso de internacionalización de la ETS de Ingeniería y Diseño Industrial (ETSIDI) de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM)	1066
Calidad del empleo de la/os egresada/os de Arquitectura Técnica de la Universidad del País Vasco (UPV/EHU) en el período 2005-13: diferencias de género	1076
<i>Student's cognitive style towards innovation. A pilot study at ETSIDI-UPM</i>	1087
Optimización del proceso creativo en el aula: entrenamiento de la actitud creadora para reducir la complejidad multidimensional del pensamiento creativo en el equipo	1091
La formación específica en competencias transversales como contenido integrado en el plan docente	1096
Los alumnos deciden: Edublog de la asignatura Estadística	1102
La necesidad de la eficiencia energética en las infraestructuras universitarias	1106
<i>Learning by engineering: del Lean Manufacturing a la Industria 4.0</i>	1110
Prácticas de laboratorio avanzado en últimos cursos de grado	1114
Propuesta de actividad de aprendizaje colaborativo en una asignatura de máster universitario	1118
Mejora de la praxis docente mediante la inclusión de actividades para el desarrollo de las capacidades metacognitivas de los estudiantes	1122
Factores curriculares y evolución tecnológica que inciden en la resolución de sistemas de ecuaciones lineales	1126
Ética y sostenibilidad: buscando hueco en los planes de estudios	1130
Descripción de una experiencia con el uso de las TICs basada en el uso de videos explicativos y cuestionarios para una mejor comprensión de las prácticas de Física de Ingeniería Industrial	1134
Banco de ensayos para instalaciones de autoconsumo fotovoltaico aisladas y/o conectadas a red	1144
Diseño de mini-videos y mini-audios esenciales para el seguimiento óptimo de las asignaturas y la prevención de su abandono	1148

Aplicación interactiva <i>online</i> para el aprendizaje del fenómeno del pandeo en elementos metálicos sometidos a compresión simple	1152
Evaluación continua, compartida y progresiva aplicada al Grado de Ingeniería. Caso de estudio	1157
Diseño e implantación sistemática de evocaciones y de evaluación por rúbricas en Ingeniería Gráfica por medio de herramientas TIC	1163
Asignaturas de nivelación en Master de Ingeniería Mecatrónica. Ejemplo de Electrónica	1171
La competencia de responsabilidad	1183
MediaLab: nueva formación tecnológica y humanística en la Universidad de Oviedo	1196
Mejora de la calidad de los TFG en grados de ingeniería	1200
Desarrollo de competencias profesionales en las prácticas de laboratorio/taller	1204
La enseñanza de Estadística Aplicada en el Grado de Ingeniería Forestal: para y por ingenieros	1214
La redacción de informes técnicos y periciales como formación transversal en ingeniería	1225
BEE A DOER – Emprendiendo y aprendiendo impresión 3D	1230
Propuesta de curso NOOC: Iniciación a la química para titulaciones de ingeniería	1237
<i>Two-Storey building model for testing some vibration mitigation devices</i>	1241
Plataforma Web para el entrenamiento de las presentaciones orales del Trabajo Fin de Grado (TFG)	1245
Aprendizaje competencial efectivo mediante las prácticas del laboratorio de las asignaturas del área de Mecánica de Fluidos de los estudios de Grado y Máster de Ingeniería Industrial de la Escuela de Ingeniería de Bilbao	1249
Fabricación y caracterización de materiales compuestos. <i>Composite Materials: manufacturing and characterization</i>	1256

Desarrollo de competencias transversales en grados de ingeniería industrial mediante metodologías activas de enseñanza-aprendizaje basadas en el <i>mentoring</i> y ABP	1264
Planificación de prácticas de laboratorio basadas en un amplificador de radiofrecuencia de bajo coste orientadas a la enseñanza de asignaturas de Electrónica de Comunicaciones	1276
Orientación universitaria de estudiantes de ingeniería. Plan de acción tutorial de la Escuela Politécnica superior de Jaén (PAT-EPSJ)	1280
Experiencia innovadora en “las ciencias de la naturaleza de educación infantil”	1284
Actividad práctica de diseño para la fabricación asistida con CATIA: Doblado de chapa metálica	1290
La investigación como parte del proceso educativo de la enseñanza superior	1294
Aprendizaje Orientado a Proyectos en el diseño de sistemas mecánicos	1298
Evaluación del déficit de atención en niños mediante el análisis de tiempos de respuesta	1302
Desarrollo de proyectos didácticos para adquirir competencias transversales	1308
Competencias genéricas percibidas por los alumnos con formación en producción vegetal	1312
Enseñanza grupal. Estudio por casos de empresas Valencianas	1318
Implicación del alumnado en el proceso de aprendizaje mediante Trabajos Fin de Grado/Máster en Ingeniería de Telecomunicación	1322
<i>An example of company-university cooperation: Mathematical modeling and numerical simulation of heat dissipation in led bulbs</i>	1326
Aprendizaje centrado en el proyecto de estructuras adaptados a la enseñanza universitaria	1331
Nuevo enfoque pedagógico en la formación del perfil profesional para el desarrollo de proyectos de automatización industrial a través de un concepto de integración total	1335
Convenios de cooperación educativa en el ámbito náutico: universidad- empresa	1339

Índice de ponencias

Sinergia bidireccional universidad-empresa. Caso de estudio: proyecto de investigación ERGONUI-TME	1344
Estudio comparativo entre estudiantes de ingeniería de la Universidad de León mediante el <i>test Force Concept Inventory</i>	1350
Innovación para el desarrollo de nueva propuesta de máster semipresencial en prevención de riesgos laborales	1354
El círculo de Mohr y la innovación docente en educación superior	1359



ANÁLISIS DE SINGULARIDADES EN TRANSFORMACIONES TRIFÁSICAS, EMPLEANDO UNA PLATAFORMA EDUCATIVA PARA INGENIERÍA

E. Parra^a, M. San Martín, P. Zulueta, J.A. Serrano, M. Blanco, A. Sánchez, J. Montes, C. Ledo

^aEscuela de Ingenierías Industriales, Sede Francisco Mendizábal, C/Francisco Mendizábal n° 1, 47014 Valladolid, Teléfono: (34)983423503, FAX: (34)983423490 y eparra@eii.uva.es

Abstract

This article shows the results of a work based on the analysis of the singularities of three-phase transformations using an educational platform designed to engineering.

The theoretical study of these singularities is hard to understand by students, especially when the connections are done with single-phase transformers (the surges that withstand the windings, the harmonics which appear, the convenience of having or not the neutral, and so on).

We have made an specific development of a clarifying practice of these concepts using the educational platform we mentioned before. The outcome has been very satisfactory and the data collected allowed has made it possible to deepen in the study of these phenomena in a simple way..

Keywords: *Three-phase transformations, harmonics, surges, platform.*

Resumen

Este artículo presenta el resultado de un trabajo basado en el análisis de las singularidades en las transformaciones trifásicas empleando una plataforma educativa diseñada para ingeniería.

El estudio teórico de esas singularidades es de difícil comprensión por parte de los alumnos, sobre todo cuando las conexiones se realizan con transformadores monofásicos (las sobretensiones que soportan los devanados, los armónicos que aparecen, la conveniencia o no de disponer de neutro, etc.).

Preparamos el desarrollo específico de una práctica aclaratoria de esos conceptos utilizando la plataforma educativa antes mencionada. El resultado obtenido ha sido muy satisfactorio y los datos recogidos han permitido profundizar en el estudio de estos fenómenos de manera sencilla.

Palabras clave: *Transformaciones trifásicas, armónicos, sobretensiones, plataforma.*

Introducción

En el estudio de las transformaciones trifásicas, aunque se pueden suponer como una continuación natural de las transformaciones monofásicas, surgen, sin embargo, unas particularidades intrínsecas a las mismas que resultan de costosa y difícil asimilación por parte de los alumnos.

Las distorsiones que aparecen en las ondas de tensión y corriente son debidas principalmente a que las máquinas trabajan con un cierto grado de saturación en el circuito magnético, además del ciclo de histéresis propio del material ferromagnético. Si bien en los transformadores monofásicos trabajando en condiciones próximas a las nominales estas causas no producen efectos significativamente apreciables, no sucede lo mismo en las transformaciones trifásicas. Incluso dentro de estas transformaciones trifásicas, sus efectos dependerán del tipo de conexionado que tengamos en el primario y en el secundario, así como su configuración mediante un solo transformador de columnas o mediante tres transformadores monofásicos independientes.

El estudio teórico está suficientemente abordado en los textos relacionados con estos temas, pero la documentación sobre medidas realizadas no lo está tanto.

El disponer de una plataforma educativa muy versátil, que nos permite trabajar en tiempo real, nos permite desarrollar para la misma un ensayo específico para abordar de una manera sencilla y a la vez efectiva estos fenómenos de observación difícil.

El objetivo, por tanto, es observar el comportamiento de tensiones y corrientes en las transformaciones trifásicas, tanto en sus devanados como en las líneas de entrada y salida, en función del tipo de conexión y del tipo de transformadores empleados.

Trabajos Relacionados

La bibliografía habitual sobre transformadores trata el tema de manera teórica, empleando a veces representaciones gráficas que resultan bastante acertadas, pero no siempre sencillas de entender por parte de los alumnos. Se pueden citar muchos autores, entre ellos destacamos por su claridad (Ras, 1994) y (Fraile Mora, 2015).

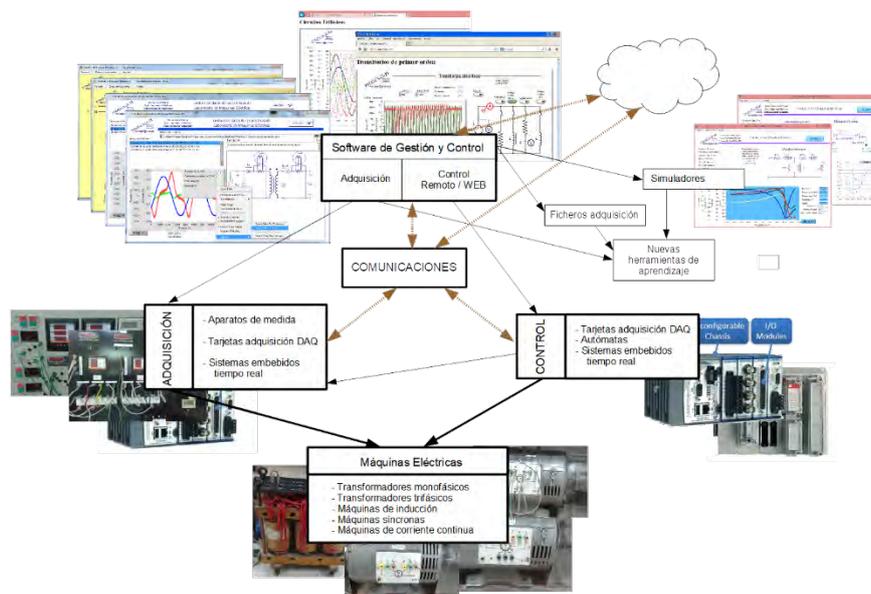
Los ensayos de laboratorio que habitualmente se proponen para estos temas de transformaciones trifásicas no suelen incidir en estas cuestiones y de tratarlas lo hacen de manera tangencial, incluso hablando de publicaciones relativamente recientes (San Martín, 2004) y (Miñambres, 2009).

Es difícil, por tanto, encontrar en la bibliografía trabajos que vayan en la dirección eminentemente práctica que nosotros proponemos. Podemos citar como referencia, en la misma línea que estamos señalando, un artículo publicado en un congreso de CUIEET (San Martín, 2013) y una Tesis Doctoral de la Universidad de Valladolid (San Martín, 2015).

Metodología

Se trata de preparar un sistema versátil de toma de datos que nos permita tomar en tiempo real unos pocos ciclos, representarlos para su visualización inmediata, permitir su almacenamiento para estudios posteriores, y documentar convenientemente el caso analizado.

Figura 1 Plataforma educativa online



Para este desarrollo nos hemos basado en la plataforma educativa online que aparece en la figura 1, expuesta en el XXI CUIEET (San Martín, 2013). Se ha generado un laboratorio remoto de arquitectura abierta (Gustavsson, 2009), para facilitar su acceso (Bauer, 2008), (Tawfik, 2013) y (Lobo, 2004).

Las principales características del equipo que vamos a emplear son: dispositivo embebido en tiempo real CompactRio (de National Instruments, con módulos de entradas y salidas,

módulos de control y módulos de comunicaciones), adaptadores de señal (adecuados a las tensiones e intensidades que tenemos en el laboratorio), contactores, equipos de alimentación y cargas.

A esto uniremos una serie de transformadores tanto monofásicos como trifásicos, fácilmente manipulables (habituales en laboratorios de enseñanza), que serán el objeto de nuestros ensayos.

Hemos planteado un sistema abierto (San Martín, 2015), que nos va a permitir adquirir, en tiempo real, los valores instantáneos de tensión entre líneas, entre fase y neutro, en los bobinados, entre el centro de la estrella (en el supuesto que esa conexión la tuviese) y el neutro del sistema trifásico, así como los valores de intensidad en las líneas y en los bobinados, todo esto tanto en el primario como en el secundario.

Se ha preparado una representación gráfica de los distintos casos de estudio que se van realizando, donde se indican las diferentes tensiones e intensidades que se miden y los canales de medida que corresponden. La finalidad es poder efectuar, con los datos recogidos, estudios comparativos de los diferentes tipos de transformaciones.

En cuanto al software hay que distinguir dos programas principales, ambos realizados en LabVIEW. Con el primero se realiza la adquisición, presentación y almacenamiento en tiempo real de los datos. El segundo programa representa los datos (almacenados en la nube) y los analiza para su estudio. También nos permite la exportación de los datos a otros programas para realizar tratamientos específicos con los mismos.

La adquisición de datos se realiza de manera sistemática, teniendo en cuenta distintas configuraciones del mismo tipo de conexionado, tanto con transformadores monofásicos como con un transformador trifásico de columnas. Se modifican estas configuraciones manteniendo el conexionado para apreciar el efecto de la mayor o menor saturación de los circuitos magnéticos. Además, se añade un devanado terciario para apreciar su efecto.

El análisis de los datos recogidos permite apuntalar los estudios teóricos y comprobar de manera eficiente las mejoras que podemos tener con pequeñas acciones.

Resultados

Planteamos, dentro de los casos estudiados, aquellos que resultan más llamativos y que permiten justificar la teoría expuesta (Ras, 1994) y (Fraile Mora, 2015). Utilizamos las conexiones estrella-estrella, y dentro de éstas, las que se realizan mediante tres transformadores monofásicos.

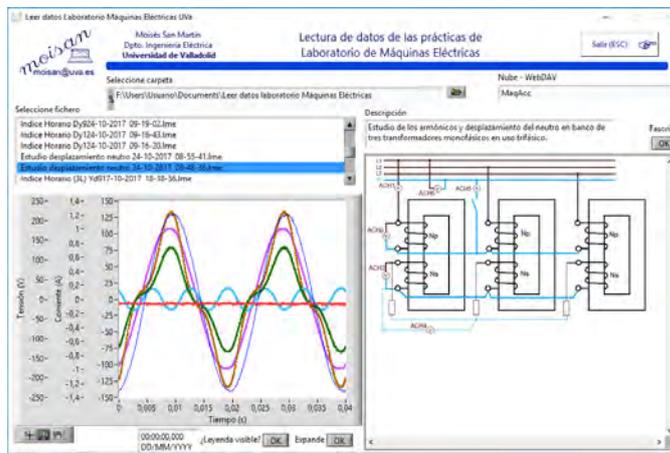
Tratamos un caso, sin conectar el centro de la estrella al neutro de la línea de alimentación y otro conectándolo, para poder analizar así las diferencias que existen.

Tomamos para el primero de los supuestos varias medidas, de manera que se vea la influencia que tiene el grado de saturación del material magnético del transformador en las sobretensiones que aparecen en los bobinados.

En el primero de los casos, figura 2, en el primario, el centro de la estrella no se conecta al neutro del sistema trifásico de alimentación.

Se puede apreciar la deformación de las ondas de tensión de los devanados, tanto de primario como de secundario (el valor máximo supera el valor de la tensión de la línea de entrada, hay sobretensiones en los devanados). Se aprecia la aparición de una tensión de frecuencia triple que la de alimentación entre el centro de la estrella y el neutro del sistema trifásico de salida.

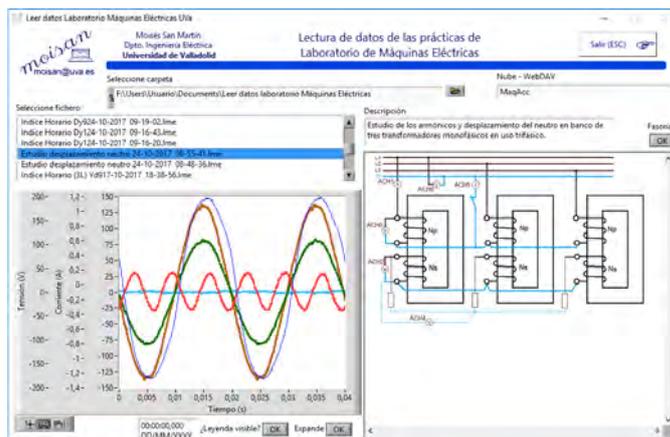
Figura 2 Conexión estrella-estrella. Neutro sin conectar



En el segundo de los casos figura 3, en el primario, el centro de la estrella se conecta al neutro del sistema trifásico de alimentación.

Se puede apreciar que no hay deformación en las ondas de tensión de los devanados (no hay sobretensión), tampoco existe tensión entre el centro de la estrella y el neutro del sistema trifásico de salida. Sin embargo aparece una intensidad de frecuencia triple que la de alimentación entre el centro de la estrella y el neutro del sistema de entrada.

Figura 3 Conexión estrella-estrella. Neutro conectado



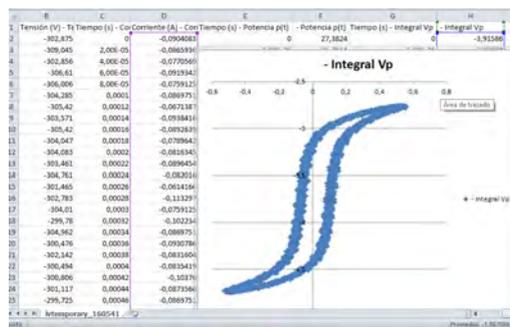
ANÁLISIS DE SINGULARIDADES EN TRANSFORMACIONES TRIFÁSICAS, EMPLEANDO UNA PLATAFORMA EDUCATIVA PARA INGENIERÍA

En cada uno de los ensayos se pueden recoger los datos, si se desea, y éstos pasarán a la nube. Aunque las medidas son en tiempo real y son continuas, tan sólo se recogen unos pocos segundos cuando damos la orden de grabar.

Los datos grabados se pueden visualizar sin necesidad del programa de recogida de datos, por lo que se puede analizar tranquilamente el ensayo con los datos almacenados en la nube. Estos datos se pueden exportar para ser tratados con otros programas y realizar estudios comparativos con los mismos.

En la figura 4 podemos ver parte de los datos que se recogen en cada uno de los estudios realizados. Se han exportado los datos a una hoja Excel para su tratamiento y poder visualizar el ciclo de histéresis del material. Aplicando este estudio para diferentes configuraciones, se puede analizar la influencia de estos efectos en las tensiones de los devanados.

Figura 4 Aplicación Excel con datos de ensayo



En las figuras que siguen a continuación el centro de la estrella no se conecta al neutro del sistema trifásico de alimentación. Nos muestran la tensión aplicada (sinusoidal), la tensión que soporta el devanado (deformada) y la tensión que aparece entre el centro de la estrella y el neutro de la línea (de frecuencia triple).

Figura 5 Núcleo muy saturado

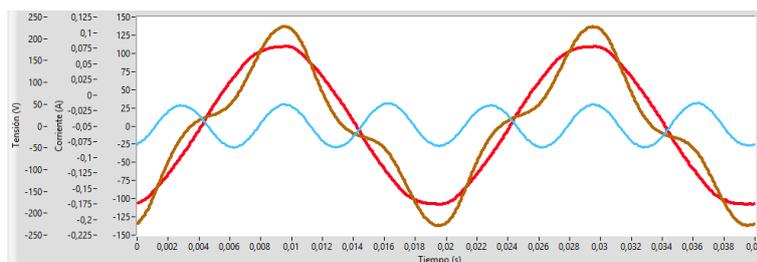
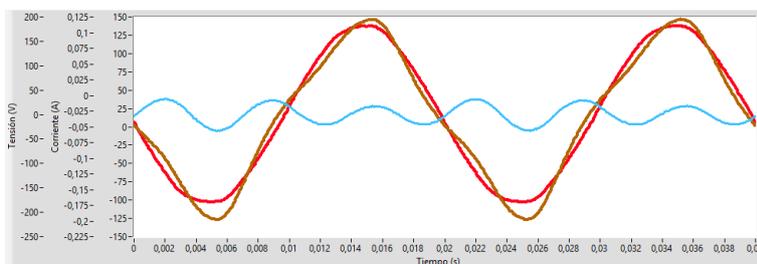


Figura 6 Núcleo poco saturado



La figura 5 aparece con una alta saturación del material magnético y la figura 6 con baja saturación.

En ambas podemos apreciar que la tensión que aparece en los bobinados difiere de la que aplicamos de la línea, siendo esa diferencia la tensión que aparece entre el centro de la estrella y el neutro de la línea.

En el caso de la figura 5, la sobretensión a la que se somete el devanado es apreciable, mientras que en el caso de la figura 6 no es muy importante. Cuando realizamos esta misma prueba con un transformador trifásico de columnas, incluso en las condiciones del caso de la figura 5 el efecto de sobretensión no se aprecia. Cuando ponemos un devanado terciario en triángulo este efecto también desaparece, como era de esperar.

Estas prácticas se vienen realizando desde hace un par de años, por lo que no se dispone de estudios comparativos concluyentes. La sensación subjetiva es que apreciamos un mayor interés por estos temas, ya que hay más alumnos que realizan los trabajos voluntarios propuestos relacionados con los mismos.

Conclusiones

Los resultados obtenidos nos permiten corroborar los desarrollos teóricos sobre el tema (Ras, 1994) y (Fraile Mora, 2015), analizar diferentes propuestas de mejora y sobre todo, visualizar de manera ágil las consecuencias de acciones aparentemente triviales como conectar o no conectar el centro de la estrella con el neutro de la línea.

Con los datos almacenados se pueden plantear trabajos para que los alumnos desarrollen de manera individualizada o en grupo. Alguno de estos trabajos se expone y comenta en clase por sus autores, resultando interesante la discusión subsiguiente.

La experiencia ha sido muy satisfactoria y los datos recogidos han permitido profundizar en el estudio de estos fenómenos de manera sencilla. Se ha podido ver el efecto de la saturación del material magnético en las sobretensiones que soportan los devanados. También se ha estudiado la influencia de conectar el centro de la estrella al neutro de la línea, y la diferencia que existe cuando se emplean tres transformadores monofásicos, o uno de columnas, para realizar la misma transformación trifásica.

La plataforma que se ha planteado es abierta, por lo que también se ha podido observar la importancia de un devanado terciario, en triángulo, para solventar los problemas de sobretensiones en los devanados principales.

Referencias

- Bauer P., Fedak V., Rompelman O. (2008). *PEMCWebLab - Distance and virtual laboratories in electrical engineering: Development and trends*. Ed. Power Electronics and Motion Control Conference.
- Fraile Mora J. (2015). *Máquinas Eléctricas*. Ed. Ibergarceta Publicaciones S.L., 7ª Edición. 307-313 pp.
- Gustavsson I., Nilsson K., Zackrisson J., Garcia-Zubia J., Hernandez-Jayo U, Nafalski A., Nedic Z., Göll Ö., Machotka J., Pettersson M.I., Lagö J., Hakansson L. (2009). *On Objectives of Instructional Laboratories, Individual Assessment, and use of Collaborative Remote Laboratories*. Ed. IEEE Transactions on Learning Technologies, vol. 2, no. 4. 263-274 pp.
- Lobo J.I., San Martín M., Serrano J.A. (2004). *Monitorización de medidas eléctricas en prácticas de laboratorio y su reproducción por el profesor en el aula y por el alumno vía internet*. Ed. REDINET. Red De Información Educativa.
- Miñambres J.F., Zorroza M.A., Zamora I., Mazón J., Valverde V., Buigues G. (2009). *Laboratorio de Máquinas Eléctricas. Ensayos y medidas*. Ed. Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco.
- Ras E. (1994). *Transformadores de potencia, de medida y de protección*. Ed. Marcombo, 7ª Edición. 101-106 pp.
- San Martín M., Serrano J.A., Parra E. (2004). *Laboratorio Virtual de Electrotecnia. Prácticas de Corriente Alterna y de Máquinas Eléctricas*. Ed. Google Books.
- San Martín M., Parra E., Jiménez M.I., Blanco M., Sánchez A., Serrano J.A., García M. (2013). *Plataforma Educativa Online Para Ingeniería*. Ed. Ponencia. XXI Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Valencia.
- San Martín M. (2015). *Generación sistemática de un modelo de gestión y control de ensayos de máquinas eléctricas para la determinación de sus parámetros característicos y su implementación en un entorno industrial*. Tesis Doctoral. Universidad de Valladolid.
- Tawfik M., Sancristobal E., Diaz G., Tzanova S., Cronin S., Kreiner C, Milev M, Mileva N., Castro M. (2013). *Special session: Remote-labs access in internet and performance learning environment projects*. Ed. Global Engineering Education Conference (EDUCON), IEEE, 1098 - 1102 pp.