



# ESTRATEGIAS PEDAGÓGICAS BASADAS EN HERRAMIENTAS TIC PARA LA ENSEÑANZA DE CIRCUITOS ELÉCTRICO

**Juan M. Rey, Diego Jiménez Alvernia**

**Universidad Industrial de Santander  
Bucaramanga, Colombia**

## **Resumen**

La emergencia sanitaria y el aislamiento social preventivo decretado por el gobierno nacional debido a la pandemia del COVID-19 han obligado a las instituciones de educación superior a migrar súbitamente sus actividades académicas a la modalidad remota, lo cual implica grandes retos para mantener el rigor y la excelencia académica. Ante esta coyuntura, la Universidad Industrial de Santander (UIS) ha apostado por continuar con sus funciones de docencia a través de la modalidad de presencialidad remota, incentivando el uso de herramientas tecnológicas de información y comunicación (TIC) para el desarrollo de nuevos escenarios académicos en los que se busca fortalecer el aprendizaje autónomo y brindar una experiencia formativa centrada en el estudiante. Este trabajo describe los desafíos identificados y las estrategias pedagógicas basadas en herramientas TIC utilizadas para la transición a la presencialidad remota del curso de pregrado de Circuitos Eléctricos II de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones (E3T) de la UIS. Esta experiencia fue seleccionada entre el grupo de finalistas del premio para el reconocimiento de experiencias con TIC en procesos formativos durante la contingencia COVID-19, COOPERA-TIC 2020, organizado por la vicerrectoría académica de la UIS.

**Palabras clave:** aula virtual; circuitos eléctricos; herramientas tic; moodle

## **Abstract**

*The national government's health emergency and preventive lockdown due to the COVID-19 pandemic have forced higher education institutions to suddenly migrate their academic activities to*

*remote teaching, which implies a challenge to maintain academic excellence. The Industrial University of Santander (UIS) has decided to continue with its teaching functions through the remote face-to-face modality, encouraging the use of information and communication technology (ICT) tools to develop new academic scenarios seeking to strengthen autonomous learning and provide student-centered experiences. This work compiles and describes the pedagogical strategies based on ICT tools used to adapt to the remote face-to-face modality the Electric Circuits II course of the Department of Electrical, Electronic and Telecommunications Engineering (E3T) of UIS. This experience was selected as finalists of the COOPERA-TIC award (recognition of the ICT-based academic experiences during the COVID-19 pandemic) organized by the UIS academic vice-rectory.*

**Keywords:** virtual classroom; electrical circuits; ict tools; moodle

## 1. Introducción

La pandemia del COVID-19 ha provocado una crisis sin precedentes en el mundo entero. Las instituciones de educación superior han tenido que enfrentarse a una migración súbita de actividades a la virtualidad con el fin de mitigar el impacto de la emergencia sanitaria. Ante esta coyuntura, la Universidad Industrial de Santander (UIS) ha apostado por continuar con sus funciones de docencia incentivando el uso de herramientas tecnológicas de información y comunicación (TIC) mediante la modalidad de presencialidad remota, la cual está basada en la realización de sesiones de docencia directa de forma síncrona a través de medios digitales.

La transición súbita de los cursos de pregrado a esta modalidad requirió la identificación de retos específicos con el fin de buscar alternativas de solución usando los recursos y cumpliendo los tiempos definidos. Sin embargo, también fue una excelente oportunidad para integrar a fondo las herramientas TIC dentro de las asignaturas y así, ofrecer ambientes de aprendizaje mucho más completos e integrales. Algunos de los aportes que las herramientas TIC pueden brindar a los cursos universitarios son:

- La inmediatez e interactividad, en la medida en que el estudiante tiene la posibilidad de comunicarse con fluidez con los demás miembros del curso, así como explorar diversas herramientas digitales en las que puede apropiarse conceptualmente de los contenidos **(Ordoñez, 2018)**.
- La creación de repositorios de documentos educativos, objetos de aprendizaje, redes sociales, espacios de interacción virtual, sistemas de gestión de aprendizaje, entre otros, con el propósito de atender las necesidades de cada estudiante **(Montoya, 2017)**.
- La posibilidad de enriquecer el aprendizaje mediante el uso de animaciones, simulaciones y piezas audiovisuales que facilitan la descripción de conceptos abstractos y complejos de entender **(Rosado, 2016)**.
- La implementación de herramientas interactivas que pueden ser utilizadas para diversificar las estrategias de evaluación y así, valorar el logro de los aprendizajes esperados mediante diferentes técnicas e instrumentos, integrando en ellos la realimentación oportuna del desempeño académico **(Barbosa, 2016)**.



- La integración de software de simulación y modelado digital que permite el desarrollo de habilidades técnicas fundamentales para lograr la competitividad de los futuros egresados **(Llain, 2016)**. Mediante este, es posible solucionar limitantes que presentan las prácticas en instalaciones de laboratorios como son las restricciones de horarios, disponibilidad de bancos e instalaciones, riesgos de manipulación en equipos de altos costos, entre otros **(Jimenez, 2018)**.
- El soporte a programas *b-learning* (blended learning) que combinan encuentros sincrónicos con material audiovisual asincrónico **(Montoya, 2016)**.
- Ser en sí mismo un punto de partida para la formación en destrezas y dominio de las herramientas TIC **(Garzón, 2018)**.

La UIS cuenta con la plataforma Moodle para la creación de cursos virtuales, la cual ha sido diseñada para crear espacios de aprendizaje en línea. Esta plataforma presenta beneficios ampliamente reconocidos como son la integración con otros sistemas y recursos, la arquitectura modular que mejora la navegabilidad y organización del material académico, la facilidad para la administración, y la disponibilidad de múltiples herramientas prediseñadas que pueden adaptarse a las necesidades del curso implementado.

## 2. Enseñanza de circuitos eléctricos

La posibilidad de contar con suministro eléctrico en los hogares permite que las personas puedan acceder a servicios de iluminación, refrigeración, calefacción, dispositivos electrónicos y en general, a las aplicaciones que permiten el estilo de vida moderno. Por estas razones, el estudio de los circuitos eléctricos es fundamental en la formación de la ingeniería, y con mayor razón en carreras como Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electrónica y afines, en las que justamente el objeto de estudio es la aplicación de la electricidad en sistemas de potencia, procesos industriales, dispositivos electrónicos y las telecomunicaciones. Debido a esto, la capacidad de analizar y diseñar circuitos eléctricos es una competencia fundamental en el proceso de formación de estudiantes de estas carreras.

Para lograr el adecuado desarrollo de estas competencias, es necesario que los estudiantes comprendan las bases teóricas que desde la física y la matemática permiten modelar la operación de los elementos y describir las leyes básicas de los circuitos eléctricos. Sin embargo, a diferencia de otras áreas de la física, muchos de los fenómenos asociados a los circuitos eléctricos no son directamente observables, por lo que requieren de equipos de medición para visualizar la cuantificación de ciertas magnitudes. Esto requiere de una comprensión macroscópica y microscópica de los fenómenos electromagnéticos que dificulta el proceso de aprendizaje y que puede llevar a los estudiantes a concluir conceptos erróneos **(Andrade, 2018) (Campos, 2021)**.

En los programas académicos de Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Electrónica (adscritos a la escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones (E3T) de la UIS) la enseñanza básica de los Circuitos Eléctricos se ha agrupado mediante dos asignaturas: Circuitos Eléctricos I y Circuitos Eléctricos II. En la primera de estas asignaturas se cubren los temas más básicos como



son: las leyes fundamentales y técnicas de análisis para circuitos en DC, la frecuencia compleja y análisis senoidal, el régimen transitorio y el balance de potencia. Por su parte, en la asignatura Circuitos Eléctricos II se abordan temas más avanzados que corresponden a aplicaciones específicas de los circuitos y dominios de análisis tales como: circuitos trifásicos, respuesta en frecuencia, transformada de Laplace, circuitos con acoplamientos magnéticos y redes de dos puertos. Esta asignatura se dicta con una intensidad horaria semanal de 6 horas de docencia directa, integradas por 4 horas de clases teóricas y 2 horas de laboratorio. En cuanto a las horas de trabajo independiente, se espera que los estudiantes de esta asignatura dediquen una intensidad horaria semanal de 6 horas.

Las estrategias pedagógicas presentadas en este trabajo se desarrollaron para el curso Circuitos Eléctricos II. Su diseño partió de la identificación de los principales desafíos en el marco del reto global que supuso la migración súbita de las actividades académicas a la modalidad remota debido a la pandemia del COVID-19. Estos desafíos son presentados en la siguiente sección.

### 3. Desafíos identificados

Los principales desafíos identificados fueron los siguientes:

- a) **La necesidad de adecuar el aula virtual de forma estratégica:** El curso de Circuitos Eléctricos II venía apoyándose parcialmente en un aula virtual implementada en la plataforma Moodle. Esta era usada para compartir información de consulta limitada y como medio de comunicación entre los docentes y los estudiantes. Sin embargo, la nueva modalidad requería convertir al aula virtual en la principal interfaz del curso, por esa razón era necesario realizar un rediseño del aula en cuanto a su presentación, organización y material de consulta.
- b) **Los problemas de conectividad de docentes y estudiantes:** La emergencia sanitaria requirió una transición abrupta a la modalidad de presencialidad remota que supuso un reto de conectividad, ya que no todos los docentes y estudiantes contaban con recursos para conectarse a internet con la velocidad y confiabilidad deseables. Por estas razones, era necesario considerar este importante factor dentro de las estrategias a diseñarse, buscando mecanismos que facilitaran la posibilidad de acceder al material de clase de forma asíncrona.
- c) **La disponibilidad limitada de material audiovisual de estudio y consulta:** Como se mencionó anteriormente, el aula virtual era usada solo como apoyo parcial. Debido a esto, no se contaba con todo el material audiovisual y de estudio necesario para soportar la nueva modalidad. Por otro lado, muchos de los ejercicios y talleres disponibles para los estudiantes se encontraban en formato físico en el archivo del Centro de Estudios de la E3T. Por estas razones, era necesario realizar un esfuerzo para garantizar una mayor cantidad y calidad de material de estudio que se pondría a disposición de forma digital como parte del rediseño del aula virtual.



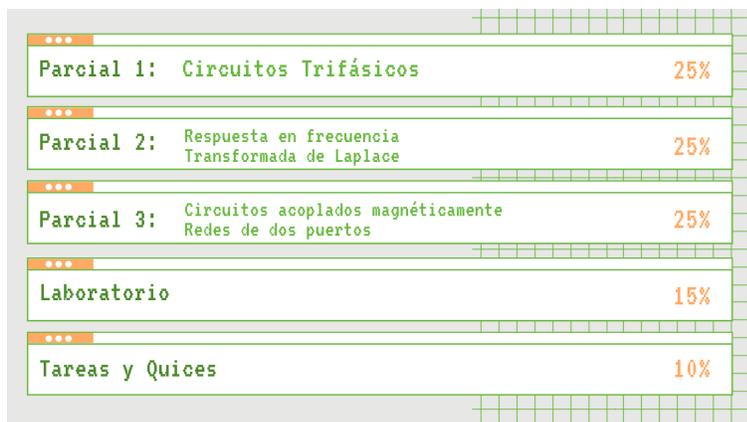
- d) La necesidad de diseñar estrategias motivantes:** El contexto de la pandemia significó una carga emocional fuerte para la gran mayoría de los estudiantes, quienes de alguna u otra manera vieron afectada su salud física y mental. Además de esto, el cambio de modalidad representaba una experiencia académica totalmente nueva que generaba dudas, temores e incertidumbres. Estos factores requerían del diseño estrategias pedagógicas que motivaran a los estudiantes y mantuvieran su interés por el aprendizaje de los contenidos de la asignatura.

#### 4. Estrategias pedagógicas implementadas

En esta sección se describen las principales estrategias pedagógicas implementadas mediante las cuales se buscó dar respuesta a los retos identificados.

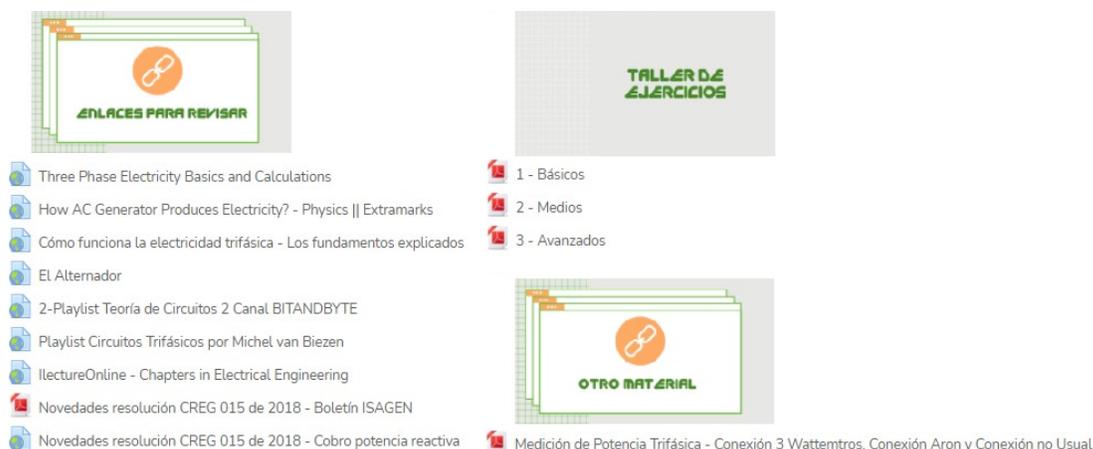
- a) Rediseño del aula virtual:** El aula virtual implementada en la plataforma Moodle de la UIS fue rediseñada considerando aspectos estéticos y funcionales. Partiendo del hecho de que la mayoría de aulas virtuales no suelen incluir diseño gráfico, se buscaba generar impacto e interés por parte de los estudiantes en la exploración de cada una de las secciones. Para esto, se trabajó en conjunto con una estudiante de diseño industrial quien definió un concepto y una línea gráfica que fueron aplicados a los títulos, imágenes de apoyo y piezas audiovisuales (tales como las animaciones de introducción usadas en los videos originales creados para la asignatura). La Figura 1, presenta algunos ejemplos de las piezas utilizadas.





**Figura 1.** Elementos gráficos utilizados en el rediseño del aula virtual

Por otro lado, se hizo una búsqueda exhaustiva de material complementario en el que se incluyeron cursos virtuales, videos animados de demostraciones, blogs de ejercicios, normatividad legal relevante para el desarrollo del curso, entre otros. En el desarrollo de las clases se hizo referencia permanentemente a este material disponible con el objetivo de motivar a los estudiantes a consultarlo. Para cada uno de los temas principales del curso, se creó una sección titulada “Enlaces para revisar” donde se agrupó el material y los enlaces. La Figura 2 muestra dicha sección para el tema de Circuitos trifásicos.



**Figura 2.** Ejemplo de enlaces de material complementario para un tema de la asignatura.

**b) Creación de un canal de YouTube:** Con el objetivo de ofrecer a los estudiantes un repositorio de clases, ejercicios y memorias de horas de consulta de fácil acceso y que no requiriera la descarga de archivos muy pesados, se creó un canal de YouTube para la asignatura. Esta estrategia permitió que los estudiantes que tuvieran problemas de conectividad pudieran ver las clases de forma asíncrona. Vale la pena indicar que en los acuerdos iniciales del curso, se hizo énfasis en que las grabaciones disponibles en el canal de YouTube serían principalmente una estrategia de respaldo para los estudiantes que por



diversas razones no pudieran asistir a las sesiones síncronas y, solo excepcionalmente, una alternativa en caso de presentarse falencias en el proceso de aprendizaje de quienes asistían sin problemas de conectividad a las sesiones en la modalidad de presencialidad remota. La principal razón para promover el uso de esta herramienta de esta manera, es respetar la intensidad horaria semanal propuesta para la asignatura según el Proyecto Educativo del Programa y así, evitar que los estudiantes dupliquen la carga de docencia directa repitiendo innecesariamente los videos de las clases.

En cuanto a la edición de los videos, algunas de las grabaciones de las clases fueron seccionadas en videos más cortos con el fin de abordar conceptos puntuales, facilitando la búsqueda y consulta de estos. Por su parte, algunas sesiones de horas de consulta (sesiones de atención a estudiantes dispuestas según la normatividad de la UIS) fueron grabadas en común acuerdo con los estudiantes, para poner a disposición material que diera solución a las dudas más recurrentes en los estudiantes. La Figura 3 muestra una captura de pantalla de algunos de los videos de clases disponibles en el canal.



**Figura 3.** Captura de pantalla de algunos de los videos de clase disponibles en el canal de YouTube de la asignatura.

- c) **Diseño de talleres de ejercicios con niveles de dificultad:** Para cada uno de los contenidos principales de la asignatura se diseñaron al menos tres talleres categorizados por niveles de dificultad: un primer taller de ejercicios básicos e introductorios, denominado



*taller fácil*; un segundo taller de ejercicios más complejos que involucran múltiples conceptos así como el análisis de enunciados de planteamientos de problemas sencillos, denominado *taller medio*; y finalmente, un tercer taller de ejercicios tipo problemas, que requieren la comprensión y el manejo de todos los conceptos abordados en cada uno de los contenidos, denominado *taller pro*.

En conjunto con los estudiantes se ha venido trabajando en la construcción de un solucionario virtual, que permite tener la solución de algunos ejercicios seleccionados desarrollados en video. Estos son publicados en el canal de YouTube del curso y organizados en el aula virtual.

La implementación de esta estrategia tuvo un objetivo doble. Por un lado, poner a disposición de los estudiantes suficiente material de estudio, pues como se comentó en la sección de desafíos identificados, gran parte de los talleres y ejercicios disponibles se encontraba en formato físico y no digitalizado. Por otro lado, la categorización en niveles de dificultad permitió favorecer el desarrollo secuencial de las habilidades de análisis de circuitos eléctricos. La percepción sobre esta estrategia por parte de los estudiantes se encuentra en etapa de medición, pero los resultados preliminares indican que los niveles de dificultad favorecen la organización de las horas de estudio y motivan a los estudiantes a avanzar en la preparación de los parciales en la medida en el que los contenidos son vistos en clase.

- d) Charlas con egresados E3T:** Con el ánimo de motivar a los estudiantes y generar un espacio de integración entre la comunidad de la E3T, se planteó la realización de la actividad *“Charlas con egresados E3T”*. En el marco de esta, se invitaron a egresados de la escuela para que compartieran su experiencia profesional con los estudiantes del curso, motivándolos a reconocer la importancia de las temáticas de la asignatura para su vida profesional. Las charlas fueron moderadas por los profesores a partir de la siguiente pregunta clave: *¿De qué manera el estudio de las temáticas de la asignatura Circuitos Eléctricos II ha sido útil para su vida profesional?*

Se ha procurado realizar al menos una actividad de *“Charlas con egresados E3T”* en cada uno de los cursos. Dichas sesiones fueron grabadas y compartidas en el canal de YouTube con el fin de divulgarlas, teniendo en cuenta el interés y disposición demostrado por los estudiantes quienes manifestaron que la posibilidad de interactuar con los egresados les permitía reconocer la importancia de comprender a fondo los contenidos de la asignatura para su aplicación en los diversos ámbitos profesionales de la ingeniería.

## 5. Premio COOPERA-TIC

En sus etapas iniciales de implementación, la presente experiencia académica fue presentada bajo el título *“Herramientas TIC para el diseño del curso virtual de Circuitos Eléctricos II”* en el Premio para el reconocimiento de experiencias con TIC en procesos formativos durante la contingencia



COVID-19 - COOPERA-TIC 2020 “Historias de hoy para la gente del mañana”, organizado por la Vicerrectoría Académica de la UIS, donde fue seleccionado entre los finalistas.

Este premio tuvo como objetivo reconocer experiencias y estrategias colaborativas de incorporación de recursos TIC en docencia de pregrado, desarrolladas en el contexto de la pandemia COVID-19 en la UIS. Como parte del registro de memoria institucional realizado, se obtuvo un video animado de divulgación que puede ser consultado en el canal oficial de YouTube de la universidad: <https://youtu.be/Ua-BEs1ail>. La Figura 4 presenta una captura de pantalla del video con los avatares de los profesores del curso.



**Figura 4.** Captura de pantalla del video animado realizado para el premio COOPERA-TIC 2020.

## 6. Conclusiones

Este trabajo presentó una recopilación y descripción de las estrategias pedagógicas basadas en herramientas TIC utilizadas en el curso de pregrado de Circuitos Eléctricos II de la E3T de la UIS, que buscan dar respuesta a una serie de desafíos identificados relacionados a la transición a la presencialidad remota que se llevó a cabo debido a la emergencia sanitaria del COVID-19. Las estrategias implementadas permitieron responder a la necesidad de rediseñar el aula virtual, la necesidad de ofrecer material de estudio digitalizado y de calidad, brindar alternativas para los problemas de conectividad y ofrecer espacios académicos que le permitan a los estudiantes reconocer la importancia del análisis de circuitos eléctricos para su vida profesional.

Las estrategias descritas en este trabajo han sido implementadas y se encuentran en proceso de evaluación y mejora desde el primer semestre del 2020, por lo que en futuros trabajos se presentará un análisis del impacto que tuvieron sobre la percepción y el proceso de aprendizaje de los estudiantes. Los autores esperan que este ejercicio de divulgación sirva para inspirar a otros docentes en el diseño de estrategias TIC y en el reto que, al día de hoy, sigue representando la pandemia del COVID-19 para la educación.



## 7. Referencias

- Andrade, F. A. L. D., Barbosa, G. F., Silveira, F. L. D., & Santos, C. A. D. (2018). Recorrência de concepções alternativas sobre corrente elétrica em circuitos simples. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, Vol 40, 2018.
- Barbosa Pérez, J. L., Restrepo Ochoa, J. L., & Arenas Berrío, J. (2016). Diseño y construcción de un mooc de introducción a la ingeniería mediante análisis estático. *Encuentro Internacional De Educación En Ingeniería 2016*.
- Campos, E., Tecpan, S., & Zavala, G. (2021). Argumentación en la enseñanza de circuitos eléctricos aplicando aprendizaje activo. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, Vol. 43, 2018. ISSN 1806-9126.
- Garzón Pérez, L. A., Sono Toledo, D. D., & Aroca Fárez, A. E. (2018). Integración de entornos virtuales de aprendizaje para la enseñanza con una perspectiva en la ingeniería. *Encuentro Internacional De Educación En Ingeniería 2018*.
- Jiménez Alvernia, D. A., Solano, J., Flórez, N., Murcia, J., & Galíndez, G. (2018). Herramientas tic para recrear prácticas de laboratorio de máquinas eléctricas a través de simulación. *Encuentro Internacional De Educación En Ingeniería 2018*.
- Llain Uribe, K. J., Maradei García, M. F., Arguello Bastos, E. A., & Martínez Gómez, J. M. (2016). Herramientas informáticas para modelado y simulación humana como soporte a las estrategias de enseñanza de la ergonomía en la escuela de diseño industrial UIS. *Encuentro Internacional De Educación En Ingeniería 2016*.
- Montoya Suárez, L. M., Pulgarín Mejía, E., Jiménez Ramos, L. M., & Sepúlveda Castaño, J. M. (2016). Percepción de los estudiantes del programa de ingeniería de sistemas hacia la modalidad virtual y distancia sobre la enseñanza y aprendizaje en plataforma virtual remington. *Encuentro Internacional De Educación En Ingeniería 2016*
- Montoya Suárez, L. M., Pulgarín Mejía, E., Sepúlveda Castaño, J. M., & Botero Botero, J. A. (2017). Estudio de percepción de los estudiantes del programa de ingeniería de sistemas hacia la modalidad virtual y distancia sobre la enseñanza y aprendizaje en plataforma virtual Remington 2015 - 2016. *Encuentro Internacional De Educación En Ingeniería 2017*.
- Ordóñez López, D. F., & Buchely, A. B. (2018). Exploración de herramientas tic para la enseñanza de las matemáticas generales en la Institución Universitaria Colegio Mayor del Cauca. *Encuentro Internacional De Educación En Ingeniería 2018*.
- Rosado Gómez, A. A., Durán Chinchilla, C. M., & Cabellos Martínez, M. I. (2016). Incorporación de las TIC como estrategia para el mejoramiento de la calidad educativa en la facultad de ingenierías de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña. *Encuentro Internacional De Educación En Ingeniería 2016*.

## Sobre los autores

- **Juan Manuel Rey López:** Ingeniero Electricista y Especialista en Docencia Universitaria de la Universidad Industrial de Santander, Doctor en Ingeniería Electrónica de la Universidad Politécnica de Cataluña. Profesor Asistente de la Universidad Industrial de Santander. [juanmrey@uis.edu.co](mailto:juanmrey@uis.edu.co)
- **Diego Alfonso Jiménez Alvernia:** Ingeniero Electricista y Estudiante de Maestría en Ingeniería Eléctrica de la Universidad Industrial de Santander. Profesor Cátedra Auxiliar de la Universidad Industrial de Santander. [diego.jimenez@e3t.uis.edu.co](mailto:diego.jimenez@e3t.uis.edu.co)



Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2021 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)

