



Encuentro Internacional de  
Educación en Ingeniería ACOFI

**GESTIÓN, CALIDAD Y DESARROLLO  
EN LAS FACULTADES DE INGENIERÍA**

Cartagena de Indias, Colombia  
18 al 21 de septiembre de 2018



# **ANÁLISIS CONTEXTUAL Y CONCEPTUAL A NIVEL NACIONAL E INTERNACIONAL PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS PROGRAMAS DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN COLOMBIA**

**Jairo Viola, Ómar Pinzón**

**Universidad Pontificia Bolivariana  
Bucaramanga, Colombia**

## **Resumen**

Este artículo presenta un análisis contextual y conceptual de la Ingeniería Electrónica enmarcado dentro de un contexto mundial y nacional para el desarrollo de la transformación curricular del programa de Ingeniería Electrónica de la Universidad Pontificia Bolivariana, seccional Bucaramanga. Inicialmente, se realiza el análisis contextual del programa tomando como referentes las mejores universidades en ingeniería electrónica en el mundo de acuerdo al Ranking de Shanghai y las mejores universidades de Colombia en ingeniería de acuerdo con el Modelo de Indicadores de Desempeño de la Educación Superior del Ministerio de Educación Nacional (MIDE). Luego se presentan algunas generalidades de estos programas a nivel mundial y nacional, así como los perfiles de egreso de un Ingeniero Electrónico de acuerdo con las universidades y los observatorios laborales. Después se realiza una revisión de los organismos rectores del ejercicio de la Ingeniería Electrónica, así como los factores externos que influyen en el desarrollo de la actividad del ingeniero electrónico. Para la elaboración del análisis conceptual, se realiza una revisión de los resultados de investigación en cada una de las mejores universidades de Colombia y el mundo. Para esto, se analiza el desempeño de cada una de las universidades utilizando la base de datos Scopus. Luego se analizan los grupos de investigación en electrónica y sus publicaciones de cada universidad.

Posteriormente, se analiza el programa de ingeniería electrónica de la Universidad Pontificia Bolivariana, seccional Bucaramanga con respecto a los programas a nivel nacional y mundial. Se puede observar que en Colombia las facultades de Ingeniería Electrónica apuestan por temas de alcance global. Sin embargo, la transformación curricular del programa de ingeniería electrónica debe enfocarse en aspectos como el aumento de los ejercicios de transferencia tecnológica y un

mayor enfoque en la investigación para brindarle al futuro egresado del programa las herramientas necesarias para adaptarse y dar solución a las problemáticas actuales en Colombia y el mundo.

**Palabras clave:** enfoque conceptual y contextual; ingeniería electrónica; transformación curricular

### **Abstract**

*This paper presents the contextual and conceptual analysis of the Electronic Engineering based on a national and international context, which is employed on the development of the curriculum transformation of the Electronic engineering program of the Universidad Pontificia Bolivariana, Bucaramanga. Initially, the contextual analysis is performed considering the best universities on Electronics around the world according to the Shanghai ranking, and the best Engineering universities on Colombia According to the Model of performance indexes for higher education of the Colombian education ministry. Then, some generalities of each program are listed as well as the professional profile of each program according to the universities and the labor observatories in Colombia and the world. Then, the institutions that guide the Electronic Engineer labor, and an analysis of external factors that affect the Engineering in the national and international context are presented. The conceptual analysis is performed reviewing the research results of each institution in Colombia and the world according to the Scopus database. Then, the research groups and its publications of each Electronic Engineering program are presented. After that, the Electronic Engineering program of the Universidad Pontificia Bolivariana, Bucaramanga is contrasted with the analyzed programs. The analysis shows that in Colombia, the Electronic Engineering Faculties work on topics with global scope. However, the curriculum transformation of the Electronic Engineering program should be focused on increasing the technology transfer experiences and a greater research focus to give to the future engineer the tools required to provide solutions for the actual problems in Colombia and the world.*

**Keywords:** contextual and conceptual analysis, electronic engineering, curriculum transformation

## **1 Introducción**

Los programas de Ingeniería Electrónica tienen una gran importancia a nivel mundial, ya que esta disciplina se ha extendido a todas las áreas del conocimiento y ha permitido el avance de la tecnología y la sociedad. Por lo tanto, es necesario generar una constante reinención de la forma como se imparten los cursos en los programas de Ingeniería Electrónica, de tal forma que se ajusten a las necesidades cambiantes de la sociedad, el mundo empresarial, académico e industrial. Por esta razón, en la Universidad Pontificia Bolivariana, Seccional Bucaramanga (UPB), ha surgido la necesidad de realizar una transformación curricular del programa de Ingeniería Electrónica, dentro del marco del proceso de acreditación institucional multicampus. Para la realización de este proceso de transformación curricular, es necesario comprender el contexto de la Ingeniería Electrónica, no solamente a nivel nacional y regional, sino también considerar el contexto mundial, con el fin de desarrollar un currículo integral que permita a los estudiantes de Ingeniería Electrónica tener las competencias y capacidades para identificar

las problemáticas que se encuentran presentes en el entorno y proponer soluciones desde el marco de la Ingeniería Electrónica. En este artículo, se presenta el análisis contextual y conceptual de la ingeniería electrónica dentro de un contexto mundial, nacional y regional desarrollado para el proceso de transformación curricular del programa de la UPB seccional Bucaramanga. Inicialmente se establece el enfoque contextual y conceptual de la ingeniería electrónica. Para esto, se realiza una revisión de las cinco mejores universidades en ingeniería a nivel mundial de acuerdo con el ranking de Shanghái y las mejores universidades de Ingeniería Electrónica a nivel nacional en Colombia de acuerdo con el modelo de indicadores de desempeño o MIDE del ministerio de educación nacional. Luego, se establece un perfil de egreso general del ingeniero electrónico a nivel internacional teniendo en cuenta la información obtenida de cada universidad en Colombia y en el mundo, así como de los observatorios laborales internacionales y nacionales. Después, se presenta un listado de los organismos internacionales rectores de la actividad del ingeniero electrónico a nivel nacional e internacional, así como de los factores externos que afectan a la Ingeniería Electrónica. Posteriormente, se realiza un análisis conceptual, en el cual se revisan las áreas de investigación de cada una de las universidades de acuerdo con la base de datos Scopus. Luego se revisan los grupos de investigación de cada universidad en el área de ingeniería electrónica, analizando los proyectos y publicaciones realizadas. A nivel internacional, se realiza la revisión de acuerdo con las páginas de cada grupo de investigación y a nivel nacional se toma como referencia la información del GrupLac de la plataforma SCIENTI de Colciencias. Finalmente se realiza un análisis comparativo de la Ingeniería Electrónica en la UPB Bucaramanga con los programas a nivel nacional e internacional

## **2 Enfoque contextual de la ingeniería electrónica**

### **2.1 Facultades de ingeniería electrónica a nivel mundial**

Para identificar las mejores universidades de ingeniería en el mundo se utilizó el ranking de Shanghái (Academic ranking of world universiities, 2017). Este escalafón es elaborado por una organización que clasifica las universidades a nivel mundial de acuerdo con un conjunto de indicadores tales como el número de estudiantes y docentes de cada universidad que ganan premios Nobel o el número de investigadores más citados de acuerdo con Web of Science. De acuerdo con a este ranking, a nivel de ingeniería las cinco mejores universidades se presentan en la Tabla 1. Como se puede observar, dos de las principales universidades en ingeniería se ubican en Estados Unidos, que corresponden al MIT y a la universidad de Stanford, mientras que las restantes están en Asia y el medio oriente.

Tabla 1. Ranking de Shanghai en ingeniería para el 2016 (Academic ranking of world universiities, 2017)

Universidad	Puesto	Puntaje
MIT	1	100
U tecnológica de Nanyang	2	92.9
U de Stanford	3	92.9
U Tsinghua	4	87.6
U King Abdulaziz	5	87.4

En Colombia, la medición de la educación superior es realizada mediante el MIDE del ministerio de educación nacional. En la Tabla 1 se presenta el ranking de las mejores universidades del país, las

cuales obtuvieron el mejor desempeño global (Ministerio de Educacion Nacional, 2017). Como se puede observar, la Universidad de los Andes encabeza la clasificación con 11.88 puntos, seguida por la Universidad Nacional de Colombia con 14.01 puntos y la Universidad de Antioquia con 17.82 puntos. También es posible encontrar dentro de la clasificación universidades como ICESI, EAFIT o la Universidad Industrial de Santander. En el caso particular de la Universidad Pontificia Bolivariana (UPB), esta se encuentra en el puesto 18 con 42.87 puntos. Teniendo en cuenta que el enfoque se realiza sobre la carrera de Ingeniería Electrónica, se tomaran en cuenta las universidades con programas de ingeniería electrónica, excluyendo universidades como ICESI, o la Universidad del Rosario que cuentan con un enfoque disciplinar diferente.

## **2.2 Características de las universidades**

A nivel internacional, las universidades poseen algunas características comunes. En primer lugar, Los programas académicos son de 4 años en casi todas las áreas de formación y todas las universidades se encuentran acreditadas por ABET. Además, algunos de los programas cuentan con un libro guía (Stanford University, 2016) donde se describe la hoja de ruta de un estudiante para el desarrollo de su carrera. De esta forma se le presenta al estudiante una planificación con máximo detalle de las asignaturas que puede tomar, cursos extracurriculares ofrecidos por la universidad y número de créditos (Stanford University, 2016) (MIT Department of Electrical Engineering and Computer Science, 2016). Es importante resaltar que la investigación no se enfoca únicamente en el campo académico, también tiene en cuenta las problemáticas industriales, creando alianzas de investigación con empresas en los diferentes sectores, tales como la industria automotriz, de defensa o a nivel gubernamental. Los resultados de inclusión laboral de los estudiantes muestran una vinculación en compañías de impacto global como Microsoft, ARAMCO, Boeing o Apple (University, King Abdulaziz, 2017). En el caso de Colombia las universidades presentadas en la Tabla.2 poseen algunas características comunes, dentro de las cuales se encuentra que los programas académicos cuentan con una duración de 5 años, las universidades tienen acreditación de alta calidad de los programas de ingeniería Eléctrica y Electrónica, así como acreditación institucional. Además, todas cuentan con programas de maestría y doctorado en ingeniería. También, las universidades consideradas se encuentran ubicadas en Bogotá D.C, Medellín, Bucaramanga, Barranquilla y Manizales. Por otro lado, los programas de ingeniería electrónica cuentan con un componente flexible (Optativas) dentro del plan de estudios.

Tabla 2. Ranking MIDE para el 2017 con las mejores instituciones de educación superior en Colombia (Ministerio de Educacion Nacional, 2017)

Universidad	Puesto	Puntaje
U de los Andes	1	11.68
U Nacional	2	14.01
U del rosario	3	17.82
U de la sabana	4	18.85
EAFIT	5	20.68
U de Antioquia	6	21.25
U Javeriana	7	21.56
CES	8	25.01
ICESI	9	26.56
UIS	10	28.04
UPB	18	42.87

### **2.3 Perfil de egreso del ingeniero electrónico**

Para las universidades internacionales, un egresado de Ingeniería Electrónica debe contar con las siguientes competencias (Stanford University, 2016; MIT, s.f.; Tsinghua University, 2009; Nanyang University, 2016; King Abdulaziz University, s.f.). Inicialmente, un Ingeniero Electrónico debe ser capaz de resolver nuevos problemas con una orientación técnica, extrayendo la estructura del problema, reconociendo las fuentes de incertidumbre y la aplicación de modelos adecuados, empleando herramientas técnicas y de evaluación para el desarrollo de soluciones a la situación problemática con liderazgo y creatividad, aplicando sus habilidades de la ingeniería en el desarrollo responsable y sostenible de la sociedad. Por otro lado, tomando como referencia el observatorio laboral de los Estados Unidos CareerOneStop (CareerOneStop Work Observatory, s.f.), un Ingeniero Electrónico puede desempeñarse en las áreas de investigación, diseño, desarrollo, prueba o supervisión de manufactura y equipos eléctricos en el ámbito comercial, militar, industrial y científico con una remuneración anual promedio para el año 2015 de 95000 USD.

En Colombia, el perfil de egreso de un ingeniero electrónico tiene unas competencias básicas (Universidad de los Andes, s.f.; Universidad Nacional de Colombia, s.f.; Universidad de Antioquia, s.f.; Pontificia universidad Javeriana, s.f.; Universidad del norte, s.f.; Universidad del valle, s.f.; Universidad Industrial de Santander, s.f.). Primero el ingeniero estará en capacidad de diseñar, especificar, desarrollar y validar el montaje de sistemas electrónicos digitales aplicados a la automatización de procesos industriales, desarrollos microelectrónicos, inteligencia artificial, robótica, sistemas expertos entre otros. Así mismo, el futuro ingeniero será capaz de evaluar proyectos electrónicos, informáticos y de automatización, dirigir empresas de base tecnológica en el sector industrial teniendo en cuenta capacidades de manejo administrativo, humano, físico y de recursos, optimizar procesos industriales y de manufactura, desarrollar labores de docencia e investigación. En cuanto a remuneración salarial, el observatorio laboral para la educación de Colombia (Ministerio de educación nacional, s.f.), sugiere que el salario de un ingeniero electrónico es cercano a los 3 millones de pesos mensuales.

### **2.4 Organismos que regulan el ejercicio de la ingeniería electrónica**

A nivel internacional, los organismos reguladores de la actividad de los Ingenieros Electrónicos son el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) y la Sociedad de Instrumentación, Sistemas y Automatización ISA (ISA, s.f.). IEEE, es una asociación profesional sin ánimo de lucro que agrupa a los profesionales en ingeniería eléctrica, electrónica, computación entre otras. Por otra parte, la ISA, al igual que IEEE es una asociación profesional sin ánimo de lucro que agrupa a los profesionales y personas relacionadas dentro del campo de la automatización. Su objetivo es la capacitación y estandarización de la automatización e instrumentación industrial. A nivel nacional, los rectores del ejercicio de la ingeniería electrónica también son IEEE e ISA desde sus capítulos Colombia. En cuanto a la normatividad, para Colombia existe las normas técnicas colombianas o NTC establecida por el instituto colombiano de normas técnica como la norma RETIE para instalaciones eléctricas o RITEL para montajes de cableado de telecomunicaciones. Como entidades gubernamentales reguladoras del sector energético se encuentra la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME) y la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG), las cuales contribuyen cuantificando la demanda y tomando las medidas adecuadas para garantizar la seguridad energética del país, no sólo a nivel eléctrico sino de hidrocarburos y mineros. Como mecanismos de agremiación y regulación, la sociedad colombiana de

ingenieros eléctricos, electrónicos y mecánicos ACIEM es la encargada de emitir la tarjeta profesional y brindar capacitación en temas de ingeniería como gestión de proyectos.

## **2.5 Reconocimiento de factores externos**

A nivel mundial existen varios factores que afectan el ejercicio del ingeniero electrónico. Uno de estos factores es el cambio climático debido al uso de combustibles fósiles, ante los cuales se está generado un cambio cultural en la producción mundial de energía eléctrica, apostando al potencial de las energías renovables para satisfacer la demanda energética global (U.S. Energy Information Administration U.S. Energy Information Admin, 2017). Otros factores importantes son la automatización de los procesos de manufactura en todas las industrias del planeta empleando sistemas robóticos (International federation of robots, s.f.), la aparición de la inteligencia artificial como una herramienta de soporte para simplificar las actividades humanas (Google DeepMind, s.f.; IBM, s.f.). Debido a esto, se abre un nuevo mercado laboral y empresarial para la ingeniería electrónica, dando la posibilidad en incursionar en nuevas áreas de investigación, así como el desarrollo de un nuevo modelo industrial. En el caso de Colombia, los factores externos que influyen sobre la ingeniería electrónica son muy diversos. Uno de ellos es el Auge digital promovido por el gobierno nacional para la producción contenidos digitales. Otro factor es la tendencia global hacia las energías renovables para garantizar la seguridad energética de Colombia a pesar del cambio climático. Por otra parte, el proceso de paz liderado por el gobierno (Oficina del alto comisionado para la paz, 2017) permite mirar nuevamente hacia el campo para traer nuevas inversiones y tecnología. Esto significa, que los factores mencionados anteriormente presentan una oportunidad de innovar para la creación de nuevos emprendimientos, puestos de trabajo en el área de la energía renovable, el tratamiento de aguas o la agroindustria.

## **3 Enfoque conceptual de la ingeniería electrónica**

### **3.1 Áreas de investigación de las universidades**

A nivel mundial las facultades de Ingeniería Electrónica manejan varias líneas de investigación comunes que son teoría y sistemas de información, ingeniería biomédica, circuitos eléctricos, telecomunicaciones y sistemas de control. Por otra parte, a nivel nacional, las líneas de investigación se concentran en las áreas de control automático, telecomunicaciones, bioingeniería y gestión de la energía eléctrica. Cabe resaltar que cada universidad tiene algunas líneas de investigación adicionales como inteligencia artificial, campos electromagnéticos o ciencia de datos.

### **3.2 Perfil de la universidad de acuerdo con la base de datos Scopus**

La Tabla 4 y la Tabla 5 presentan una relación general de los detalles de afiliación de los trabajos de investigación realizados que se encuentran registrados en Scopus de las universidades internacionales y nacionales respectivamente (Scopus database, s.f.) (Scopus database, s.f.). A nivel internacional, se observa que el MIT lidera la lista con el mayor número de documentos registrados en Scopus, así como el que presenta el mayor número de patentes. Lo mismo ocurre con la Universidad de Stanford y la Universidad de Tsinghua en cuanto al número de documentos y patentes. Por otra parte, se encuentran las universidades de Nanyang y del rey Abdulaziz, las cuales son las universidades más jóvenes en aparecer dentro de la clasificación. También se observa que la cantidad de documentos y patentes es mucho menor con respecto al MIT o la universidad de Stanford. Por otra parte, a nivel nacional, se puede observar que la Universidad Nacional de Colombia cuenta con el mayor número total de publicaciones

registradas en la base de datos. Por otra parte, la Universidad de Antioquia es la que cuenta con un mayor número de patentes registradas, seguida por la Universidad del Valle. En cuanto a la relación de documentos por autor, la Universidad de los Andes tiene el valor más alto, lo que significa que cada publicación registrada en Scopus se encuentra firmada al menos por dos miembros de la universidad.

Tabla 4 Perfil de las universidades internacionales de acuerdo con Scopus

Universidad	Documentos	Autores	Patentes	Relación documento/autor	Relación patente/autor
MIT	185096	37059	30413	4.99	0.82
Nanyang	71562	19972	1368	3.58	0.068
Stanford	162303	34165	8199	4.75	0.24
Tsinghua	162810	58382	4832	2.78	0.082
Rey Abdulaziz	27084	6075	310	4.45	0.05

Tabla 5: Perfil de las universidades nacionales de acuerdo con Scopus

Universidad	Documentos	Autores	Patentes	Relación documento/autor	Relación patente/autor
U de los andes	7652	3260	35	2.34	0.011
U Nacional	18952	10464	29	1.81	0.002
U de Antioquia	9831	6498	43	1.52	0.006
U Javeriana	4518	2926	26	1.54	0.008
U del norte	1380	710	29	1.92	0.04
U del valle	5983	3203	41	1.86	0.012
UPB	1747	1233	16	1.41	0.012
UIS	3234	2217	17	1.45	0.007

### 3.3 Grupos de investigación: composición y producción intelectual

Para las universidades estudiadas a nivel nacional e internacional, los grupos de investigación forman una parte importante de la labor investigativa. Como se puede observar, los grupos de investigación están conformados por más de 40 integrantes entre los docentes y estudiantes de pregrado y posgrado. También se puede observar que la mayoría de los grupos de investigación cuentan con el apoyo financiero y tecnológico de compañías de importancia global en diferentes campos como son Google, Facebook, Huawei, Microsoft, Shell Oil, Intel o Toyota, así como instituciones gubernamentales como son el DARPA, el departamento de defensa de los estados unidos o la NASA. Además, se puede observar, que muchos de los artículos desarrollados en los grupos de investigación son publicados en revista de alto impacto, principalmente *transactions* de IEEE para cada una de las disciplinas propias de la ingeniería electrónica, las cuales se ubican en los cuartiles Q1 y Q2 de acuerdo con la clasificación dada por Scimago.

En el caso de Colombia, la información sobre los grupos de investigación en Ingeniería Electrónica se obtiene directamente de la plataforma Gruplac de Colciencias. De acuerdo con la plataforma, los grupos de investigación están conformados por más de 20 integrantes entre los docentes y estudiantes de pregrado y posgrado, donde cada miembro ha realizado un aporte al grupo mediante un artículo, conferencia u otro producto catalogado por Colciencias. Las áreas de investigación principales de las universidades se encuentran telecomunicaciones, bioingeniería, control y generación y transmisión de

energía. También se puede observar que, aunque algunas de las publicaciones de algunos grupos de investigación se encuentran en revistas clasificadas Q1 y Q2, también se observa que una gran parte de los artículos se encuentran publicados en revistas nacionales indexadas únicamente en el Publindex, pero no en Scopus o Scimago.

#### **4 La ingeniería electrónica de la UPB seccional Bucaramanga en el contexto nacional e internacional**

El programa en Ingeniería Electrónica de la UPB seccional Bucaramanga, cuenta con tres líneas de investigación que son Control, Telecomunicaciones y Bioingeniería. En cada una de las líneas de investigación se abarcan diferentes temáticas. Por ejemplo, en el campo de la bioingeniería se realiza el procesamiento de imágenes biomédicas, el desarrollo de equipos de medición y simulación médica, el procesamiento de señales biomédicas. En el área de telecomunicaciones se estudia el desarrollo de nuevos protocolos de enrutamiento, así como el manejo de información en la red, la comprensión y proposición de nuevos protocolos de comunicación. En el área de control, se estudian estrategias de control avanzado y su aplicación en procesos industriales, el diseño, simulación, construcción y control de manipuladores robóticos industriales, control electrónico de potencia y la automatización de procesos industriales.

De forma general, se observa que las líneas de investigación en Ingeniería Electrónica de la UPB seccional Bucaramanga, se encuentran alineadas con las universidades presentes en el ranking de Shanghái y en el MIDE. Por lo tanto, el programa de ingeniería electrónica está en capacidad de hacer ejercicios de transferencia tecnológica y formación avanzada que permitan ampliar la oferta de cursos y temáticas de trabajo y contribuyan al crecimiento y posicionamiento de la UPB en el campo de la investigación.

Con respecto a los grupos de investigación y su producción, se observa que los grupos de talla mundial, así como los grupos de Colombia con clasificación A1 y A realizan publicaciones de alto impacto en revistas internacionales indexadas en Scopus y otras bases de datos internacionales en los cuartiles Q1 y Q2. Este fenómeno en particular se debe a que en estas instituciones cuentan con programas de doctorado, permitiendo a los docentes e investigadores dirigir y desarrollar trabajos de alto nivel cuyos resultados sean relevantes en su el área del conocimiento.

Por lo tanto, se puede decir que la transformación curricular de la ingeniería electrónica en la UPB no solo debe mejorar en la inclusión de ejercicios de transferencia tecnológica para abrir nuevas áreas temática, sino que además debe apuntar a la creación de programas de doctorado para potenciar la investigación de cada área de conocimiento de la ingeniería electrónica, permitiendo el desarrollo de productos de alto impacto que puedan ser considerados para su publicación en revistas internacionales indexadas, mejorando la calidad del programa para que se ajuste a las necesidades actuales de la sociedad y la industria.



## 5 Referencias

- Academic ranking of world universities. (15 de 04 de 2017). Ranking de Shanghai de universidades en ingeniería. Recuperado el 20 de 04 de 2017, de <http://www.shanghairanking.com/FieldENG2016.html>
- CareerOneStop Work Observatory. (s.f.). Occupation profile for Electrical and Electronic Engineers. (CareerOneStop) Recuperado el 29 de 03 de 2017, de [https://www.careerinfonet.org/occ\\_rep.asp?next=occ\\_rep&Level=&optstatus=111111111&jobfam=17&id=1%2C11&nodeid=2&soccode=172071&menuMode=&stf%E2%80%A6](https://www.careerinfonet.org/occ_rep.asp?next=occ_rep&Level=&optstatus=111111111&jobfam=17&id=1%2C11&nodeid=2&soccode=172071&menuMode=&stf%E2%80%A6)
- IBM. (s.f.). IBM Watson AI. Recuperado el 30 de 04 de 2017, de <https://www.ibm.com/watson/>
- IEEE. (s.f.). IEEE website. Recuperado el 25 de 03 de 2017, de <https://www.ieee.org/index.html>
- International federation of robots. (s.f.). IFR homepage. Recuperado el 29 de 04 de 2017, de <https://ifr.org/>
- ISA. (s.f.). ISA website. Recuperado el 25 de 03 de 2017, de <https://www.isa.org/>
- King Abdulaziz University. (s.f.). Electrical engineering program objectives. (King Abdulaziz University) Recuperado el 21 de 04 de 2017, de <http://ee.kau.edu.sa/Pages/ProgramEducationalObjectivesEElectronics>.
- Ministerio de Educación Nacional. (12 de 05 de 2017). Modelo de indicadores de desempeño de la educación superior. Obtenido de MIDE: <http://www.colombiaaprende.edu.co/mide>
- Ministerio de educación nacional. (s.f.). Observatorio laboral para la educación. Recuperado el 15 de 06 de 2017, de <http://www.graduadoscolombia.edu.co/html/1732/w3-channel.html>
- MIT Department of Electrical Engineering and Computer Science. (2016). S.B. and M.Eng. Requirements Checklist. MIT Department of Electrical Engineering and Computer Science.
- Nanyang University. (2016). Electrical and Electronic Engineering Brochure.
- Oficina del alto comisionado para la paz. (23 de 08 de 2017). Acuerdo de Paz Colombia 2017. Obtenido de <http://www.altocomisionadoparalapaz.gov.co/herramientas/Paginas/Todo-lo-que-necesita-saber-sobre-el-proceso-de-paz.aspx>
- Pontificia universidad Javeriana. (s.f.). Perfil de egreso del ingeniero electrónico. Recuperado el 14 de 06 de 2017, de <http://www.javeriana.edu.co/carrera-ingenieria-electronica>
- Stanford University. (2016). Electrical Engineering Contents. Stanford University. Recuperado el 06 de 04 de 2017
- Stanford University. (2016). handbook for undergraduate engineering programs 2016-2017. Stanford University, School of Engineering.
- Tsinghua University. (s.f.). Electrical Engineering research areas. Recuperado el 30 de 03 de 2017, de <http://www.tsinghua.edu.cn/publish/eeen/3764/index.html>
- U.S. Energy Information Administration U.S. Energy Information Admin. (2017). EIA anual energy outlook.

## Sobre los autores

- **Jairo Viola:** Ingeniero Electrónico y Magister en Ingeniería Electrónica de la Universidad Pontificia Bolivariana. [jairo.viola@upb.edu.co](mailto:jairo.viola@upb.edu.co)
- **Ómar Pinzón:** Ingeniero Electricista, Universidad Industrial de Santander, Magíster en Ingeniería Eléctrica, Universidad de los Andes, Doctor Ingeniero Industrial en Automática e Informática Industrial, Instituto de Investigación Tecnológica de la Universidad Pontificia Comillas de Madrid, España. Profesor Titular, Director Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Universidad Pontificia Bolivariana, Seccional Bucaramanga. [omar.pinzon@upb.edu.co](mailto:omar.pinzon@upb.edu.co)

---

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

Copyright © 2018 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)