



## *La Ingeniería Electrónica del Siglo XXI*

## *Electronic Engineering of the XXI Century*

## *Engenharia Eletrônica do Século XXI*

Xavier Leopoldo Gracia-Cervantes <sup>I</sup>  
[xaviergcl@hotmail.com](mailto:xaviergcl@hotmail.com)  
<https://orcid.org/0000-0003-4962-583X>

**Correspondencia:** [xaviergcl@hotmail.com](mailto:xaviergcl@hotmail.com)

Ciencias técnicas y aplicadas  
Artículo de revisión

\***Recibido:** 9 de noviembre de 2020 \***Aceptado:** 16 de noviembre de 2020 \* **Publicado:** 16 de diciembre de 2020

- I. Máster Universitario en Ingeniería de Software y Sistemas Informáticos, Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones, Docente Investigador de la Facultad de Ingenierías en la Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas, Esmeralda, Ecuador.

## Resumen

La Ingeniería Electrónica es actualmente considerada significativa para el desarrollo productivo y económico de una nación. Por tal motivo, este artículo científico tiene como propósito primordial describir la ingeniería electrónica del siglo XXI, resaltando la importancia que ésta tiene para la sociedad, reconocida como una de las profesiones del futuro. La metodología empleada para el desarrollo de la investigación fue documental, ya que se fundamentó en la interpretación de datos secundarios, es decir, información obtenida y registrada por otros investigadores. El artículo consta de una introducción, el desarrollo que comprende la pertinencia científica y disciplinar de la ingeniería electrónica; la ingeniería electrónica y la sociedad; los software del siglo XXI y las consideraciones finales. El ingeniero electrónico es un facilitador social, que debe trabajar con principios éticos bajo una conciencia comunitaria y aplicar en su devenir, procesos creativos acordes con el tiempo y el desarrollo, de acuerdo a la necesidad de la sociedad. También es importante resaltar que la ingeniería electrónica es una disciplina que interactúa con diversas actividades de otras profesiones, por lo cual es el estudio práctico de la electrónica, además se concentran conocimientos teóricos y científicos de otras índoles técnicas, así como de muchos dispositivos eléctricos y de otros campos del saber como el dibujo técnico, la matemática, la física, aplicación de software informáticos, técnicas y planificación, ingeniería eléctrica entre otros.

**Palabras claves:** Ingeniería electrónica; tecnología; futuro; software; sociedad.

## Abstract

Electronic Engineering is currently considered significant for the productive and economic development of a nation. For this reason, this scientific article has as its primary purpose to describe the electronic engineering of the XXI century, highlighting the importance it has for society, recognized as one of the professions of the future. The methodology used for the development of the research was documentary, since it was based on the interpretation of secondary data, that is, information obtained and recorded by other researchers. The article consists of an introduction, the development that includes the scientific and disciplinary relevance of electronic engineering; electronic engineering and society; the software in electronic engineering of the XXI century and the final considerations. The electronic engineer is a social facilitator, who must work with ethical principles under a community conscience and apply creative processes in accordance with time and development, according to the needs of society. It is also important to note that electronic

engineering is a discipline that interacts with various activities of other professions, which is why it is the practical study of electronics, in addition, theoretical and scientific knowledge of other technical types is concentrated, as well as of many electrical devices and from other fields of knowledge such as technical drawing, mathematics, physics, computer software application, techniques and planning, electrical engineering, among others.

**Keywords:** Electronic engineering; technology; future; software; society.

## Resumo

A Engenharia Eletrônica é atualmente considerada importante para o desenvolvimento produtivo e econômico de uma nação. Por esta razão, este artigo científico tem como objetivo principal descrever a engenharia eletrônica do século XXI, destacando a importância que ela tem para a sociedade, reconhecida como uma das profissões do futuro. A metodologia utilizada para o desenvolvimento da pesquisa foi documental, uma vez que se baseou na interpretação de dados secundários, ou seja, informações obtidas e registradas por outros pesquisadores. O artigo consiste em uma introdução, o desenvolvimento que inclui a relevância científica e disciplinar da engenharia eletrônica; engenharia eletrônica e sociedade; Software do século 21 e considerações finais. O engenheiro eletrônico é um facilitador social, que deve atuar com princípios éticos sob a consciência da comunidade e aplicar processos criativos de acordo com o tempo e desenvolvimento, de acordo com as necessidades da sociedade. É importante destacar também que a Engenharia Eletrônica é uma disciplina que interage com diversas atividades de outras profissões, por isso é o estudo prático da Eletrônica, além disso, concentra-se o conhecimento teórico e científico de outros tipos técnicos, bem como de diversos aparelhos elétricos e de outras áreas do conhecimento como desenho técnico, matemática, física, aplicação de softwares, técnicas e planejamento, engenharia elétrica, entre outros.

**Palavras-chave:** Engenharia eletrônica; tecnologia; futuro; Programas; sociedade.

## Introducción

El siglo XXI, se ha caracterizado por un cambio mundial de la ciencia y la tecnología, la vida cotidiana del ser humano se ha transformado radicalmente, de manera imperceptible impactando en las organizaciones de procesos productivos de la ingeniería. En el nuevo orden global, las naciones y por supuesto, la tecnología será las que se distingan para aprovechar productivamente el conocimiento y se adapten al entorno versátil. Por ello, estas ciencias aplicadas son una de las herramientas esenciales en el progreso de la humanidad.

Gracias a las nuevas invenciones, está aumentando significativamente el rango de posibilidades, de la forma en la que la tecnología ésta inmersa en la vida de cada persona, y que cada vez, más seres humanos se integran con ella. De esta manera, las tecnologías que hasta hace poco eran exclusivas al ámbito científico, espacial o militar, han alcanzado a la sociedad con aplicaciones tan específicas como el uso de nanotecnología, para crear productos especializados, el uso de robots, drones, entre otros.

Actualmente, la tecnología avanza rápidamente, y requiere de personal calificado para ello, necesita de ingenieros capaces de atender de manera eficiente las necesidades de la sociedad y de la industria en general. A su vez, debe existir un cambio tecnológico fundamental donde las empresas inviertan en investigación y desarrollo y se actualicen constantemente por los cambios tecnológicos que ocurren.

Al hablar de tecnología, cambios constantes, empresas tecnológicas, innovación, la ingeniería electrónica está inmersa. Triana, Anaya y Forero (2019:4) explican que “es una de las disciplinas llamadas a aportar en términos de desarrollo de un país, por este motivo, es pertinente conocer cuáles son los requerimientos tecnológicos de la industria”. La ingeniería electrónica se encuentra en la vida cotidiana, porque ya muchos artefactos, objetos utilizados constantemente tienen un componente electrónico en su interior y para muchas personas a veces es imperceptible.

Por otra parte, Peñalosa (2016) explica que hoy en día la ingeniería electrónica es muy reveladora para los numerosos cambios tecnológicos que acontecen de manera constante, por lo que los ingenieros electrónicos y la tecnología son primordiales para el desarrollo integral de un país. Este mismo autor (2016:1) explica que “la tecnología ha sido, es y seguirá siendo la clave de la evolución en la sociedad”, y manifiesta que es de vital importancia que las empresas se adapten también a los cambios, realizando inversiones tecnológicas para que continúen evolucionando, porque el siglo XXI es la revolución tecnológica de estos tiempos, y la ingeniería electrónica está inmersa en ella.

La ingeniería electrónica actualmente utiliza programas especializados que permiten con mayor rapidez y exactitud realizar los proyectos con visión futurista. Para eso hay numerosos softwares en el mercado que se pueden emplear para ello. La programación es una herramienta primordial ya que en la ingeniería electrónica hay muchos procesos involucrados que requieren métodos automatizados. Un buen ingeniero electrónico explica Araujo (2016) no solo se debe limitar al manejo de softwares o paquetes existentes, sino a diseñar programas de alta calidad, para resolver los problemas de su competencia.

Por tal motivo, este artículo científico tiene como objetivo primordial describir la ingeniería electrónica del Siglo XXI, resaltando la importancia que ésta tiene para la sociedad. La ingeniería electrónica es considerada la profesión del futuro de acuerdo al Centro Argentino de Ingenieros-CAI (2019) e indican que en el futuro todos los procesos serán automatizados.

## **Desarrollo**

### **Pertinencia científica y disciplinar de la ingeniería electrónica**

La Ingeniería Electrónica es actualmente considerada promotora, generadora y administradora de tecnología, y como parte activa en el desarrollo industrial y económico de un país (Triana, Anaya y Forero, 2019). La ingeniería electrónica es una disciplina que interactúa en diferentes actividades del entorno mundial y se hace imprescindible en los procesos industriales que se controlan por medio de dispositivos electrónicos, de medición, transmisión y control de variables. También es indispensable para aquello que tiene que ver con la comunicación, la medicina, sistemas electrónicos de potencia, instrumentación y control, además de la transformación de electricidad para el funcionamiento de numerosos equipos eléctricos, y en una gama de posibilidades cada día más amplia, variada y sofisticada.

Sin embargo, para comprender mejor la ingeniería electrónica, es necesario explicar la electrónica. Bracho (1999) define la electrónica como una tecnología que evoluciona cada vez a mayor ritmo, considerando que su origen se sitúa al comienzo del siglo XX. Por otro lado, Mijarez (2014:13) manifiesta que la electrónica es "un campo que cambia vertiginosamente, con componentes cada vez más rápido, de menor tamaño y menor consumo de potencia, lo cual ofrece nuevos retos y oportunidades, sin embargo, sus principios fundamentales persisten".

Por consiguiente, la ingeniería electrónica, según Rodríguez et al (2012:452) es "en general poco conocida, aun cuando siempre ha estado involucrada y dando soporte tecnológico a muchos campos

y sectores de la nuestra sociedad". Está presente en innumerables artefactos que se utilizan a diario y en campos tan numerosos como la computación, comunicaciones, la robótica, la automatización, la tecnología espacial, los sistemas empotrados, la medicina, y la aeronavegación, entre otras. Sánchez (2019) indica que la ingeniería electrónica es la profesión que se relaciona con los sistemas electrónicos.

Por otro lado, la Universidad Pontificia Bolivariana (2018:8) precisa que la Ingeniería Electrónica se encarga "de la concepción, diseño, implementación y operación de procesos de transformación y aprovechamiento de la electricidad, a voltajes relativamente bajos, para solucionar necesidades humanas". A su vez expresa que esta profesión en este siglo es transversal, porque investiga, organiza y monitorea sistemas en distintas áreas, como sistemas mecatrónicos, automatización de equipos y maquinarias, bioingeniería, telecomunicaciones, sistemas electrónicos de potencia, donde también se superpone con la ingeniería eléctrica, con la cual está estrechamente ligada.

En relación con lo anterior es importante resaltar que la ingeniería electrónica de acuerdo a la Universidad Pontificia Bolivariana (2018) se desarrolla en un ámbito más específico que la ingeniería eléctrica ya que se orienta esencialmente en la tecnología del estado sólido y otras tecnologías emergentes. Como ejemplo básico se reseña que, la ingeniería eléctrica trabaja, habitualmente, con grandes voltajes y se enfoca en la generación, transmisión, comercialización y uso de la energía a gran escala, mientras que la ingeniería electrónica, se fundamenta en el tratamiento de señales eléctricas y manejo de potencia hasta el control de la tensión eléctrica, en el área de la electrónica de potencia.

Por consiguiente, el ingeniero electrónico es un profesional capacitado para sintetizar los conocimientos científicos y tecnológicos para aplicarlos a los problemas relacionados con el campo de la electrónica, los sistemas telemáticos y los sistemas de telecomunicaciones (Benavides et al, 2017). Estos mismos autores también indican que el profesional de la ingeniería electrónica es capaz de liderar, emprender, gestionar, desarrollar, y apropiar nuevas tecnologías para dar solución a problemáticas en sus diversas aplicaciones.

En una perspectiva actualizada, amplia y detallada en los sectores en los que puede desempeñarse un ingeniero electrónico en la Industria: aeroespacial, automotriz, de la construcción, de defensa, electrónica, de bienes de consumo, marina, de petróleo y gas, farmacéutica, de generación de energía y la ferroviaria. Además, el ingeniero electrónico puede laborar en telecomunicaciones,

servicios públicos, robótica, automatización, sistemas digitales, bioingeniería, micro y nanoelectrónica, entre otros.

### **La ingeniería electrónica y la sociedad**

La ingeniería electrónica y sus constantes avances están sin duda transformando a la sociedad, cambiando los hábitos de los seres humanos. Tanto los avances tecnológicos, sociales y personales los ha fomentado la electrónica. Por ello, la electrónica es implementada en el diseño y desarrollo de equipos electrónicos de diferentes índoles, en la creación e implementación de sistemas digitales como los microcontroladores e interfaces computacionales de automatización industrial y robótica y en los servicios de telecomunicaciones, siendo un pilar indiscutible en la nueva sociedad del siglo XXI.

Las universidades donde se dicte la carrera de ingeniería electrónica deben formar profesionales íntegros, con una visión multidisciplinaria y comprometidos con la sociedad para fomentar el desarrollo tecnológico, social, económico y ambiental de una nación, es decir, para que sean ingenieros idóneos que puedan enfrentar a los paradigmas actuales y puedan desempeñarse exitosamente dentro de ellos.

En relación a lo anterior, el ingeniero electrónico es un facilitador social, que debe trabajar con principios éticos bajo una conciencia comunitaria y aplicar en su devenir, procesos creativos acordes con el tiempo y el desarrollo, de acuerdo a la necesidad de la sociedad. De acuerdo a Velásquez y D'Armas (2015:31) exponen que "existe la pretensión de que el ingeniero sea más humanístico que técnico; lo que significa que mayormente sus actividades están orientadas precisamente hacia lo que se llama Desarrollo Sostenible, lo que debe interpretarse como Desarrollo Humano al servicio del hombre". La ingeniería electrónica debe ser transformadora, pero a la vez estar comprometida con la sociedad.

### **Los softwares en la ingeniería electrónica del siglo XXI**

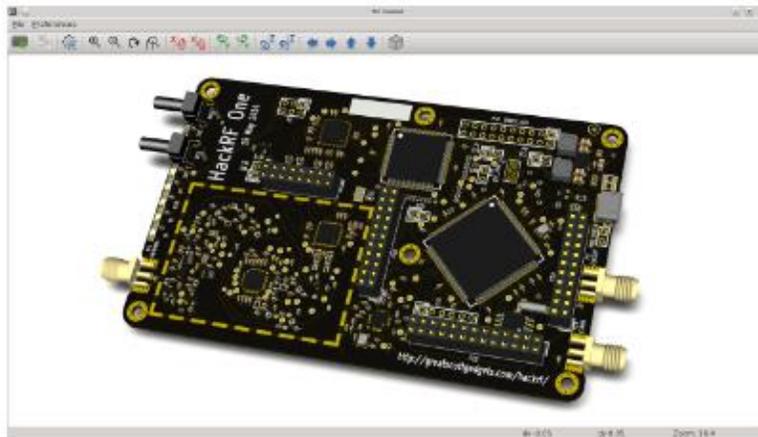
Por su parte, la ingeniería electrónica está en constantes investigaciones para mejorar los diseños ya existentes y proponer otras soluciones con menos costos, y que no dañen al planeta para el beneficio de la humanidad. La ingeniería electrónica aparte de utilizar hardware para realizar los diseños, a su vez necesitan de software que sirven para analizar, perfilar, crear y probar los sistemas

informáticos que sintetizan el trabajo de muchas horas de trabajo, realizándolo de manera segura y eficaz.

Entre los Software comunes utilizados en ingeniería electrónica se encuentran:

**KiCad:** es un software libre y de código abierto para el diseño de Printed Circuit Board - PCB. Es una suite de automatización de diseño de electrónica de código abierto y multiplataforma. Es un software de diseño que contiene la gestión de esquemas, el enrutamiento de PCB, el modelado en 3D para los ingenieros electrónicos como se muestra en la figura 1 (KiCad, 2020):

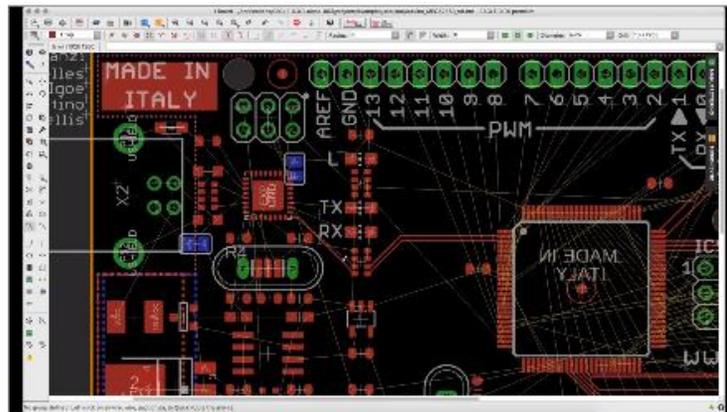
**Figura 1:** Visor 3D del software KiCad



Fuente: KiCad, 2020

- **EAGLE:** sus siglas significan Easily Applicable Graphical Layout Editor y es un software informático de diseño PCB desarrollado por la sociedad alemana CadSoft Computer GmbH. La compañía fue adquirida por Autodesk en 2016. Tiene la ventaja de funcionar en un entorno Mac OS X o Linux. Es un programa de automatización de diseño electrónico (EDA) que permite a los ingenieros electrónicos diseñar placas de circuito impreso (PCB) y conectar sin problemas diagramas esquemáticos, permite la ubicación de componentes, enrutamiento de PCB y contenido completo de la biblioteca. Su interfaz se puede observar en la figura 2 (Autodesk, 2020):

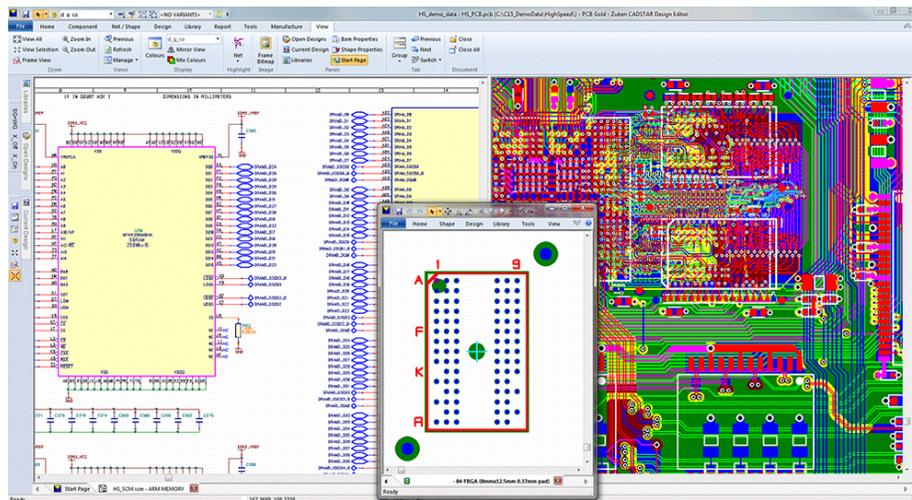
**Figura 2:** Interfaz del software Easily Applicable Graphical Layout Editor



Fuente: Autodesk, 2020

- **Proteus Design Suite:** se usa ampliamente en diversos sectores de la industria donde está presente la electrónica como una solución rentable para el diseño profesional de PCB y como una herramienta de creación rápida de prototipos. Este software permite la creación de prototipos virtuales permitiendo ejecutar pruebas del sistema antes de solicitar la primera PCB física. El enrutamiento automático es basado en formas como estándar ahorra tiempo con enrutamiento no crítico (Proteus, 2020).
- **DesignSpark:** es un programa de CAD electrónico. En 2017 se lanzó una versión francesa con contenido y herramientas de soporte en el idioma Molière para ingenieros electrónicos franceses (DesignSpark, 2020).
- **CADSTAR:** es una herramienta de diseño para PCB, desde los más simples a los más complejos. Este software posee un entorno completo para el diseño de tarjetas electrónicas, desde el diseño inicial hasta la fabricación del producto. El software de diseño de PCB CADSTAR permite dibujar diseños esquemáticos y luego transferirlos al entorno de diseño de PCB (figura 3), es una transferencia sin errores, CADSTAR ayuda a colocar los componentes en el contorno de la placa (Zuken, 2020).

Figura 3: Software Cadstar



Fuente: Zuken, 2020.

- **eCADSTAR:** es una nueva plataforma de diseño de Printed Circuit Board - PCB de última generación, intuitiva con conexión a Internet (Zuken, 2020).
- **PADS:** este programa ofrece soluciones de diseño de software que permiten desarrollar rápidamente productos electrónicos. Ha sido desarrollado por la Société Mentor Graphic del grupo Siemens. Este software realiza el diseño esquemático, realiza la simulación de circuito de señal analógica / mixta y finalmente Analiza, resuelve y verifica los requisitos de diseño críticos durante la creación del producto (Mentor, 2020).
- **LTSpice:** es un visor de software de simulación SPICE de alto rendimiento, se diseña el esquema y se diagrama la forma de onda con mejoras y modelos para facilitar la simulación de circuitos analógicos. Creado por Linear Technology, específicamente perfeccionado para manejarlo con reguladores conmutados. LTSpice fue desarrollado para modelar circuitos analógicos lo suficientemente rápido (minutos) como para poder simular técnicas complejas de SMPS (Analog Devices, 2020).
- **Freerouting:** es un software gratuito desarrollado de forma independiente que permite hacer un ruteo automático para los circuitos electrónicos. Está realizado en Java. Además puede trabajar asociado a los programas como FreePCB, Kicad, gEDA, CadSoft-Eagle, Electra entre otros. Este es un programa informático avanzado de diseño PCB, que admiten la interfaz estándar Spectra o Electra DSN. (Wirtz, 2014).

- **National Webench® Tools:** son herramientas online de distribución gratuitas para realizar diseños electrónicos, distribuida por National Instruments. Estas herramientas online brindan una solución rápida al diseño de fuentes de alimentación. En su versión más reciente, Webench permite crear circuitos individuales o de múltiples niveles, con la posibilidad de analizar el comportamiento, realizar simulaciones, entre otros, permitiendo cotejar entre distintos diseños y elegir el adecuado. El entorno Webench facilita que el ingeniero evite los cálculos manuales, ahorrando tiempo; ofrecen además acceso instantáneo a los últimos modelos existentes en el mercado (Fierce electrons, 2020).
- **Webench® Visualizer:** es una herramienta que permite a los ingenieros crear mejores diseños y tomar mejores decisiones en un proyecto. Utiliza una diversidad de técnicas de visualización que permite trabajar de la forma en que funcionan sus mentes (hojas de cálculo, diales, gráficos de burbujas, diagramas de circuitos, formas de onda, listas de piezas y precios, entre otras), todo en un panel interactivo. Además, es interactivo e iterativo para agregar comentarios en tiempo real. (Power Electronics Europe, 2009).

### Consideraciones finales

La ingeniería electrónica es aquella que se encarga de analizar, diseñar, calcular, simular e implementar sistemas electrónicos que permitan dar solución a problemas reales del entorno o campo de acción para solventar problemas de la sociedad.

La ingeniería electrónica es el estudio práctico de la electrónica, por lo que además se incorporan conocimientos teóricos y científicos de otras índoles técnicas, así como de muchos dispositivos eléctricos y de otros campos del saber como el dibujo técnico, la matemática, física y técnicas de planificación, ingeniería eléctrica entre otros.

Las universidades donde egresen ingenieros electrónicos deben tener como misión principal formar profesionales con una perspectiva emprendedora, que sean íntegros, con una visión multidisciplinaria en cuanto al aprestamiento de líderes en el campo de la Ingeniería Electrónica y comprometidos con la sociedad para fomentar el desarrollo tecnológico, social, cultural, económico y ambiental del país.

Los softwares en la ingeniería electrónica del siglo XXI son imprescindibles, ya que el sistema electrónico es basado en la informática puesto que, sin él este no funcionaría. Hoy día los software

son parte importante de las actividades diarias de un ingeniero electrónico ya que con ello se digitaliza la mayor parte de las investigaciones, a su vez se reducen los tiempos de producción, así como facilita el uso y acceso a la información, se puede hacer un análisis detallado de la información y existe la posibilidad de anticiparse a problemas futuros por medio de las simulaciones.

## Referencias

1. Analog Devices (2020). LTspice. <https://www.analog.com/en/design-center/design-tools-and-calculators/ltspice-simulator.html#>
2. Araujo, Y. (2016). Importancia de la programación en la electrónica. Instituto Universitario Politécnico Santiago Mariño. Venezuela. <https://es.slideshare.net/YsidroJoseAraujoVilo/importancia-de-la-programacin-en-la-electronica>
3. Autodesk, 2020. EAGLE. Diseño de PCB simplificado. <https://www.autodesk.com/products/eagle/overview?plc=F360&term=1-YEAR&support=ADVANCED&quantity=1>
4. Benavides, P.; Arévalo, D.; Ordóñez, M.; León, D.; Corchuelo, Miguel, Carvajal, C. y Montenegro, L. (2017). Mentas: Mejoramiento en el tránsito a la Educación Superior en el Cauca. Editorial Universidad del Cauca. ISBN: 978-958-732-253-8. <https://books.google.co.ve/books?id=5aEJEAQAQBAJ&pg=PA160&dq=%22Ingenier%C3%ADa+electr%C3%B3nica%22&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjyWZOCy8TtAhVGIFkKHWKXD2UQ6AEwB3oEAgQAg#v=onepage&q=%22Ingenier%C3%ADa%20electr%C3%B3nica%22&f=false>
5. Bracho del Pino, S. (1999). La ingeniería microelectrónica ante el cambio de milenio. Grupo Editorial Patria. ISBN ebook:978-607-438-910-4. México. <https://books.google.co.ve/books?id=7TmKM6ieqfsC&pg=PA7&dq=Ingenier%C3%ADa+electr%C3%B3nica&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiowJ7UvMTtAhVNcq0KHanLakM4ChDoATABegQICRAC#v=onepage&q=Ingenier%C3%ADa%20electr%C3%B3nica&f=false>

6. Centro Argentino de Ingenieros - CAI (2019). ¿Por qué estudiar ingeniería electrónica? Fundación Universia. <https://www.universia.net/ar/actualidad/orientacion-academica/que-estudiar-ingenieria-electronica-1166999.html>
7. DesignSpark(2020). DesignSpark. <https://www.rs-online.com/designspark/home>
8. Fierce electrons (2020). Herramienta en línea para desarrollar sistemas de ruta de señal de sensor. <https://www.fierceelectronics.com/components/online-tool-for-developing-sensor-signal-path-systems>
9. KiCad(2020). KiCad EDA. Blog. <https://kicad.org/>
10. Mentor (2020). Pads. Blog. <https://www.pads.com/>
11. Mijarez, R. (2014). Electrónica. Grupo Editorial Patria. ISBN ebook: 978-607-438-910-4. <https://books.google.co.ve/books?id=S-jhBAAAQBAJ&pg=PR13&dq=Ingenier%C3%ADa+electr%C3%B3nica&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiowJ7UvMTtAhVNcq0KHanLakM4ChDoATAGegQIBBAC#v=onepage&q=Ingenier%C3%ADa%20electr%C3%B3nica&f=false>
12. Peñalosa, J. (2016). Importancia de la tecnología y del ingeniero electrónico en el país. <https://jesusandres246.wixsite.com/misitio/single-post/2016/05/05/asdasd>
13. Power Electronics Europe (2009). IGBT DRIVERS Advantages of Advanced Active Clamping. The European Journal for power electronics and technology. <http://www.powermag.com/pdf/issuearchive/33.pdf>
14. Proteus(2020). ProteusDesign Suite. Diseño de PCB y simulación.<https://www.labcenter.com/>
15. Rodríguez, M.; Jakas, M.; Ayala, A. y Llopis, F. (2012). Propuesta de Estudios de Master en Ingeniería Electrónica en la Universidad de La Laguna. X Congreso de Tecnologías Aplicadas a la Enseñanza de la Electrónica-TAEE-2012. <http://taee.etsist.upm.es/actas/2012/papers/2012S11A20.pdf>
16. Sánchez, R. (2019). Modelo teórico del proceso de desarrollo de ingeniería electrónica. Universidad Nacional de Colombia. Tesis presentada para optar al título de Doctor en Ingeniería—Sistemas e Informática. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/75744?locale-attribute=en>
17. Triana, M.; Anaya, M. y Forero, E. (2019). Estudio de requerimientos tecnológicos de la industria colombiana, que se pueden abordar desde la ingeniería electrónica USTA,

enfocados al desarrollo socio-económico.

<http://repository.usta.edu.co/handle/11634/22598>

18. Universidad Pontificia Bolivariana (2018). Proyecto Educativo del Programa – PEP. Formación Integral para la Transformación Social y Humana. Escuela de Ingeniería Electrónica. Resumen mensual N° 17228. <https://www.upb.edu.co/es/pdf-pep-ingenieria-electronica/pdf-pep-ingenieria-electronica.pdf>
19. Velásquez, L. y D´Armas, M. (2015). El Ingeniero con Conciencia Social. Una posibilidad para el desarrollo sostenible. Revista Universidad, Ciencia y Tecnología Vol. 19, N° 74, Marzo, 2015. ISSN 1316-4821. <http://ve.scielo.org/pdf/uct/v19n74/art03.pdf>
20. Wirtz, A. (2014). Freerouting.  
<https://translate.google.com/translate?hl=es&sl=en&u=https://github.com/freerouting/free-routing&prev=search&pto=aue>
21. Zuken(2020).CADSTAR.Software de captura esquemática para diseño de PCB.  
<https://www.zuken.com/en/product/cadstar/schematics-capture/>

©2019 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia

Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)

(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).