

# PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EL DESARROLLO DE PRODUCTOS ELECTRÓNICOS

## Robinson Castillo Méndez

Grupo de Investigación GICS, Centro de Electricidad, Electrónica y Telecomunicaciones - CEET  
Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA, Bogotá D.C., Colombia rcastillo48@misena.edu.co

## Resumen

Este documento presenta una propuesta metodológica para el desarrollo de productos electrónicos, aplicable desde un proceso de diseño o rediseño de equipos electrónicos, planteada en el Centro de Electricidad, Electrónica y Telecomunicaciones – CEET, Centro de Formación en el cual se ha identificado y propuesto una iniciativa enfocada en fortalecer su talento humano interno y externo con capacidades técnicas en el diseño y desarrollo de equipos electro electrónicos acorde con necesidades de esta industria. La propuesta metodológica se ha generado a partir de la identificación de una taxonomía de los procesos más relevantes considerados en diferentes modelos y estándares de la industria para el desarrollo de sistemas en ingeniería, así como de la identificación de las particularidades de este Centro de Formación en cuanto a su capacidad técnica y tecnológica. La propuesta también integra los resultados obtenidos a partir de la realización de un proceso de transferencia tecnológica recibida por el CEET desde una empresa con experiencia en el diseño y desarrollo de soluciones en ingeniería a la medida. La propuesta metodológica consta de cinco fases principales interrelacionadas, las cuales, a diferencia de los modelos identificados, incluye una fase de diagnóstico del producto cuando se trate de rediseño y, en la fase de “Validación del Sistema”, la realización de ensayos de Seguridad Eléctrica y ensayos de Compatibilidad Electromagnética básicos (inmunidad a perturbaciones conducidas y emisiones radiadas) como principales elementos diferenciadores.

**Palabras clave:** Desarrollo de Sistemas en Ingeniería, Metodología de Desarrollo de Producto Electrónico, Productos Electrónicos

## 1 Introducción

Las TIC's están configurando un nuevo paradigma en el sector turístico el cual se ha El Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA, es un establecimiento público de orden nacional del Estado Colombiano, encargado de ofrecer y ejecutar la formación profesional integral, para la incorporación y el desarrollo de las personas en actividades productivas que contribuyan al desarrollo social, económico y tecnológico del país (Servicio Nacional de Aprendizaje, 2019). En su infraestructura, el SENA cuenta con diferentes Centros de formación distribuidos en las diferentes regiones de Colombia. El Centro de Electricidad, Electrónica y Telecomunicaciones - CEET, es uno de ellos y es el quinto Centro de formación más grande del SENA, se ubica en el Distrito Capital.

Una revisión de la experiencia laboral de los instructores, encargados de impartir la formación profesional, vinculados en el área de Electrónica del CEET, evidenció fortalezas hacia el mantenimiento de equipos electrónicos, pero la necesidad de fortalecer las capacidades técnicas en metodologías para el diseño y desarrollo de productos electrónicos, lo cual, dificulta al CEET fortalecer su talento humano interno y externo con capacidades en desarrollo y producción de equipos electro electrónicos acorde con necesidades de la industria de dicho sector tanto en el Distrito Capital, como de la nación.

El Centro de Electricidad, Electrónica y Telecomunicaciones – CEET busca establecer y ejecutar diferentes estrategias que le permitan cumplir con su misión de ofrecer y ejecutar la formación profesional integral, para la incorporación y el desarrollo de las personas en actividades productivas que contribuyan al desarrollo social, económico y tecnológico del país, fortaleciendo sus competencias conforme los requerimientos del sector producto van evolucionando.

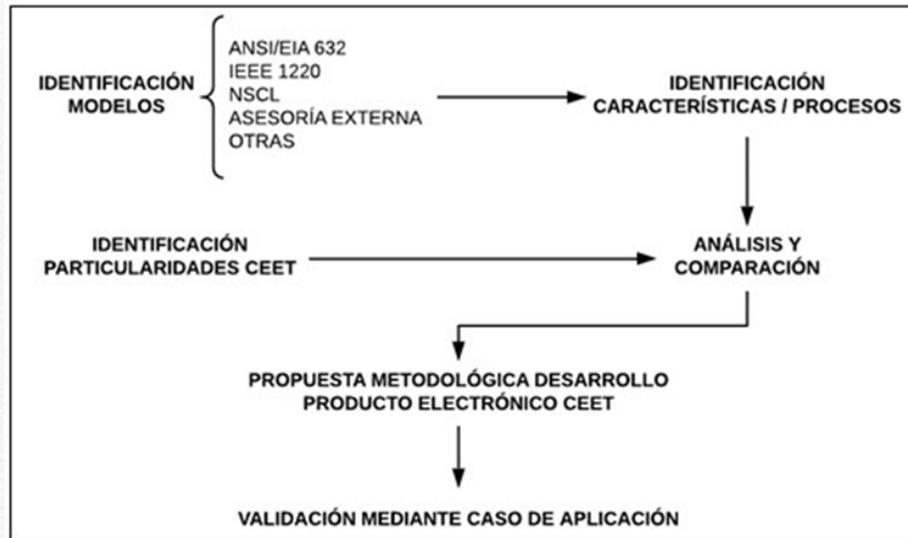
Una de estas estrategias corresponde a la ejecución de proyectos de investigación aplicada, innovación y/o desarrollo tecnológico articulando esfuerzos entre sus instructores y aprendices en formación. Se ha identificado y propuesto una iniciativa enfocada en fortalecer talento humano interno y externo con capacidades técnicas en el diseño y desarrollo de equipos electro electrónicos acorde con necesidades de la industria de dicho sector tanto en el Distrito Capital, como de la nación.

La presente propuesta metodológica se ha generado a partir de la revisión de diferentes modelos para el desarrollo de sistemas en ingeniería como referente, también de los elementos contenidos en las Normas Sectoriales de Competencias Laborales - NSCL y, de la asesoría recibida por el CEET de empresas del sector industrial colombiano que desarrollan soluciones de ingeniería a la medida tomando, entre otros, como base metodológica el estándar ANSI/EIA 632 (Electronic Industries Alliance, 1999).

## 2 Metodología

El establecimiento de la propuesta metodológica para el desarrollo de productos electrónicos se ha realizado siguiendo las siguientes fases (Figura 1): Identificación de los principales modelos y/o metodologías existentes, identificación de sus características y procesos principales, identificación de las particularidades del CEET en los relacionado a desarrollo de producto electrónico, análisis y comparación de todos los elementos identificados, diseño de la propuesta metodológica y su validación mediante la ejecución de un caso de aplicación al interior del CEET.

Partiendo de los modelos identificados se ha consolidado una representación de los procesos relacionados al desarrollo de producto, a manera de ilustración, de acuerdo a ANSI/EIA 632 (Electronic Industries Alliance, 1999), se identifican los siguientes estados para el proceso de desarrollo de sistemas en ingeniería: necesidades (N), Requerimientos (R), Representación Lógica (L) y Representación Física (P) (Mirdamadi, Addouche, & Zolghadri, 2018).



**Figura 1.** Metodología propuesta

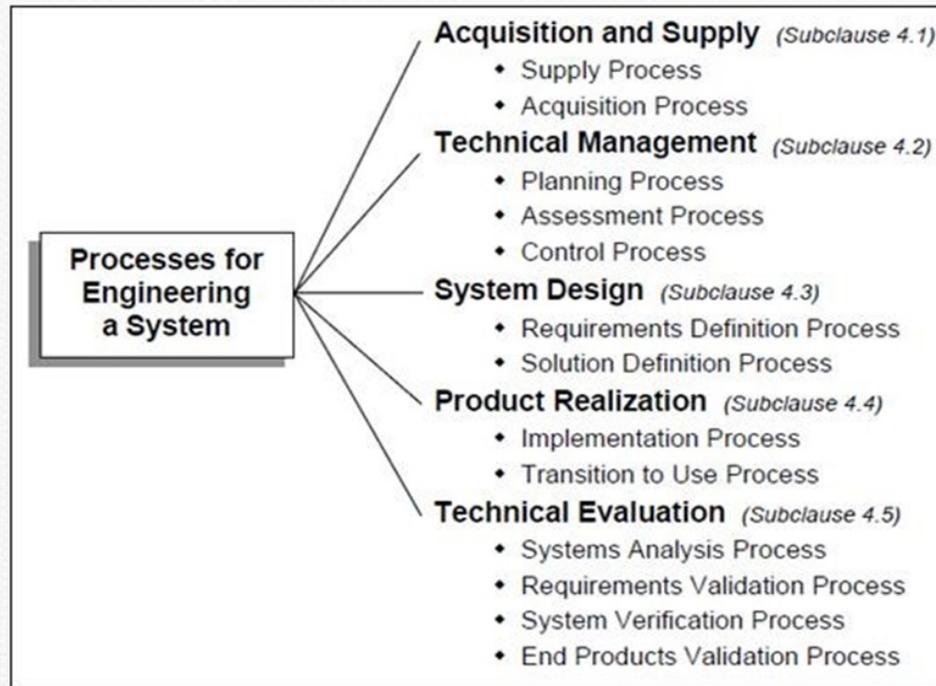
Fuente: Elaboración propia

El CEET ha recibido una transferencia en el modelo de desarrollo tecnológico, de gestión de la tecnología e innovación en su departamento de I+D+i, implementado por una empresa del sector electrónico colombiano, enfocada en el desarrollo de soluciones de ingeniería a la medida. También ha realizado un diagnóstico que le ha permitido establecer tanto capacidades, como tecnología disponible para los procesos de formación e investigación, identificando particularidades, los elementos posibles diferenciadores en cuanto a tecnología y potenciales ventajas aplicables en un proceso de desarrollo de producto electrónico. Basándose en esta información, se ha realizado una clasificación y priorización de procesos y actividades, llegando a una generalización de pasos y taxonomía básica del proceso y a partir de allí realizar la propuesta metodológica.

### 3 Principales modelos identificados

Los resultados de la investigación que se presentan en este artículo fueron obtenidos con la existencia de diferentes maneras de representar el proceso de desarrollo de un producto electrónico, desde la concepción de una primera idea, el trabajo realizado para lograr dicho desarrollo, hasta el instante en el cual el producto se encuentra a la venta. El informe CDIO, emitido por el Instituto Tecnológico de Massachusetts - MIT se organiza el desarrollo y la enseñanza de la electrónica en cuatro etapas: concepción, diseño, implementación y operación (Aranguren, Ortiz, & Gil-García, 2015).

El ANSI / EIA 632 (Electronic Industries Alliance, 1999) el cual establece cinco grandes fases para el desarrollo de sistemas en ingeniería: Adquisición y suministro, Gestión técnica, Diseño del sistema Realización del producto, Evaluación técnica. La Figura 2 muestra los procesos fundamentales para el desarrollo de sistemas en ingeniería de acuerdo a este estándar.



**Figura 2.** Procesos fundamentales ANSI/EIS 632

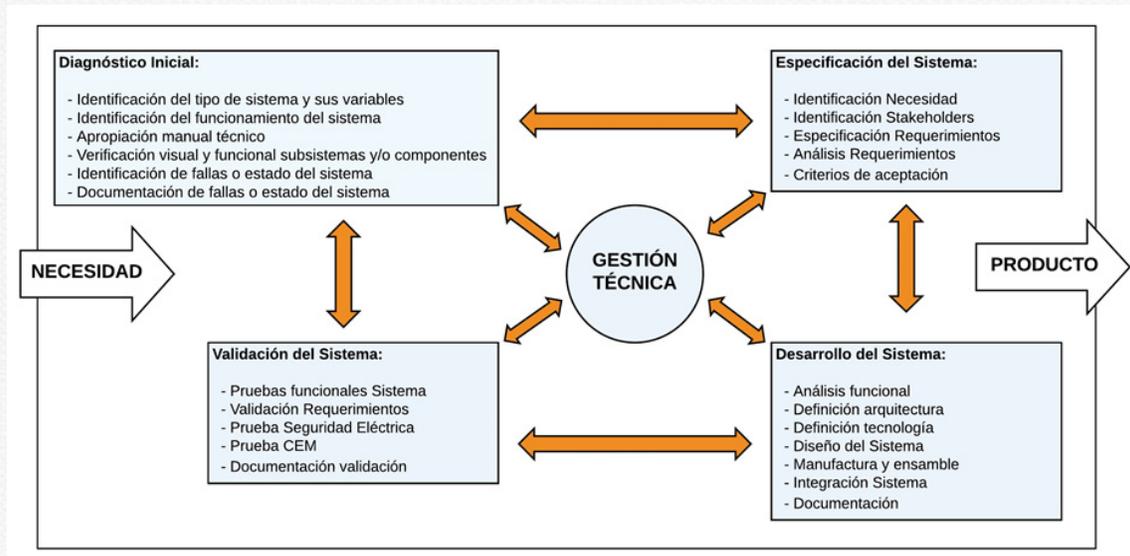
Fuente: Electronic Industries Alliance, 1999

Otro modelo de gran importancia es el modelo de proceso de ingeniería descrito en IEEE 1220 incluye: (1) Análisis de requerimientos; (2) Validación de requerimientos; (3) Análisis funcional; (4) Verificación Funcional; (5) Síntesis; y (6) Verificación Física. Estos procesos están vinculados entre sí a través de procesos de control que consisten en la gestión de datos; Gestión de la configuración; Gestión de interfaz; Gestión de riesgos y mediciones del progreso basadas en el rendimiento (IEEE Computer Society, 2005).

El modelo de desarrollo de productos (STAR) es un derivado de los procesos técnicos de la norma ISO 15288: 2008, que es lo suficientemente reducido para facilitar el control a nivel de diseño de los productos electrónicos por parte de las organizaciones adoptantes, mientras que la implementación puede ser subcontratada. Comprende siete procesos: (1) Definición de requerimientos; (2) Análisis de requerimientos; (3) Partición del sistema; (4) Implementación; (5) Abastecimiento; (6) Validación; (7) Integración. En cualquier momento dado en un proyecto de desarrollo de productos, se dice que el estado del proyecto se encuentra en uno de estos procesos (Salgado, Salomon, Mello, & Silva, 2014).

## 4 Metodología de desarrollo de producto propuesta

La propuesta metodológica contempla cinco grandes fases articuladas, tomando como punto de partida la identificación de una necesidad u oportunidad, la cual pueda ser atendida por medio del desarrollo y materialización de un producto electrónico, estas fases son: el diagnóstico inicial del producto (cuando se trate de un rediseño), la especificación del sistema, el desarrollo del sistema, la validación del sistema y de manera transversal, una gestión técnica del desarrollo como lo muestra la Figura 3:



**Figura 3.** Metodología desarrollo producto electrónico propuesta

Fuente: Elaboración propia

**Diagnóstico Inicial del sistema:** Cuando se trata del rediseño de un sistema. Su objetivo es identificar el tipo de sistema (o equipo) y tipos de variables involucradas en su funcionamiento. Establecer los elementos, subsistemas y componentes conformantes para comprender su funcionamiento, identificar fallas y/o estado actual y obtener un diagnóstico del sistema o equipo.

**Especificación del sistema:** Proceso de caracterización del sistema. Se identifican los involucrados, su interés y nivel de importancia e influencia durante el proceso de desarrollo del producto. Durante esta fase también deben definirse los requerimientos, consolidando por medio de éstos una representación muy cercana al producto final, estableciendo los criterios de aceptación que permitirán posteriormente verificar el cumplimiento de los requerimientos definidos.

**Desarrollo del sistema:** Diseño y materialización del producto. A partir del establecimiento y análisis de los requerimientos, contempla un análisis funcional, la definición de una arquitectura, la determinación de la tecnología a incorporar en el producto, y partir de este punto se aborda el diseño electrónico, mecánico, de software y/o firmware y demás partes o subsistemas especializados que se han identificado como constitutivos del producto electrónico a desarrollar. Una vez establecido el diseño del sistema se han obtenidos los insumos para la

manufactura del mismo, tarjetas electrónicas, encerramientos y partes especializadas. Una vez fabricadas las tarjetas y partes especializadas puede iniciarse el ensamble de los componentes e integración del sistema, contemplando los respectivos protocolos de pruebas de ensamble establecidos a partir del diseño electrónico del sistema. Debe anotarse que la adquisición de componentes se encuentra contemplado dentro de las actividades de abastecimiento y suministro, las cuales se encuentran contempladas dentro de la fase transversal de Gestión Técnica.

## 5 Conclusiones

Se ha presentado una propuesta metodológica enfocada en el desarrollo de producto electrónico partiendo de la identificación de los principales modelos para el desarrollo de productos y/o sistemas en ingeniería, una transferencia tecnológica recibida de una empresa experimentada en diseño y desarrollo de soluciones de ingeniería a la medida y la identificación de capacidades actuales del CEET.

El trabajo pretende adaptar un modelo de referencia para el proceso de desarrollo de productos electrónicos de empresas de base tecnológica de pequeño y mediano tamaño, incorporando al modelo de referencia propuesto una necesidad manifiesta de la industria electrónica nacional, los ensayos básicos de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética, validación que no fue identificada en los modelos y estándares para el desarrollo de productos analizados.

La metodología propuesta se basa en las etapas básicas de concebir, desarrollar y validar, incorporando elementos en la fase de validación como lo son, la realización de Ensayos de Seguridad Eléctrica y Ensayos básicos de Compatibilidad Electromagnética (inmunidad a perturbaciones conducidas y emisiones radiadas) según la identificación de tecnología disponible en el CEET.

## 6 Recomendaciones

La presente propuesta metodológica para el desarrollo de producto electrónico surge de un proyecto en ejecución, y aun cuando se encuentra fuera del alcance inicial establecido para el presente documento, es necesario concluir la validación del modelo establecido completando todas las fases y verificando la aplicabilidad del modelo atender necesidades reales del entorno local y nacional.

## Agradecimientos

Este trabajo fue desarrollado por el Centro de Electricidad, Electrónica y Telecomunicaciones - CEET en el marco del proyecto “Innovación metodológica para el desarrollo de productos electrónicos en el Centro de Electricidad, Electrónica y Telecomunicaciones – CEET”, el autor extiende su agradecimiento al Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación del SENA – SENNOVA, como financiadores para la realización de este trabajo. También agradece a la empresa KUSPYDE INGENIERÍA S.A.S por la realización de la transferencia tecnológica enfocada en su modelo de desarrollo tecnológico, de gestión de la tecnología e innovación en su departamento de I+D+i.

## Referencias

- Aranguren, G., Ortiz, J., & Gil-García, J. M. (2015). From the Idea to the Product: An Academic Tour. *Revista Iberoamericana de Tecnologías Del Aprendizaje*, 10(4), 290–295. <https://doi.org/10.1109/RITA.2015.2486418>
- Electronic Industries Alliance. (1999). EIA STANDARD Processes for Engineering a System, EIA-632. In *Journal of Equine Veterinary Science*. Retrieved from <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0737080699802901>
- IEEE Computer Society. (2005). IEEE Standard for Application and Management of the System Engineering Process. New York.
- Mirdamadi, S., Addouche, S. A., & Zolghadri, M. (2018). A Bayesian approach to model change propagation mechanisms. *Procedia CIRP*, 70, 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.03.309>
- Salgado, E. G., Salomon, V. A. P., Mello, C. H. P., & Silva, C. E. S. D. (2014). A reference model for the new product development in medium-sized technology-based electronics enterprises. *IEEE Latin America Transactions*, 12(8), 1341–1348. <https://doi.org/10.1109/TLA.2014.7014499>.
- Servicio Nacional de Aprendizaje. (2019). Servicio Nacional de Aprendizaje. Retrieved from <http://www.sena.edu.co/es-co/sena/Paginas/quienesSomos.aspx>