

DISEÑO DE MÁQUINA CNC: MADUREZ Y LIDERAZGO EN LOS ESTUDIANTES DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

E. Tamayo Loeza¹
E. Novelo Cetina²
R. S. Mezquita Martínez³

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es presentar los resultados del análisis realizado del por qué el desarrollo de proyectos aumenta la seguridad y la madurez de los estudiantes de Ingeniería Electromecánica, así como presentar los resultados del diseño de una máquina de Control Numérico de bajo costo, realizada por ellos mismos de esta Ingeniería. La metodología que se aplicó en este trabajo es de tipo descriptiva, haciendo énfasis en el desarrollo de las competencias propias de la ingeniería, en la cual ellos pertenecen. En este análisis se llega a la conclusión que su desarrollo en liderazgo y madurez, con la participación en proyectos que se atiendan son una necesidad real, dando solución a una problemática local, haciendo tangible su trabajo. La realización de requisiciones de materiales del proyecto, crea relaciones con proveedores. A su vez la optimización de recurso hace que busque materiales de fácil adquisición para su utilización, sin sacrificar calidad; para esto, él aplicará sus habilidades de simulación y diseño para desarrollar los análisis previos antes de la fabricación del prototipo y se encuentra forzado a utilizar el conocimiento adquirido en toda la carrera para realizar un trabajo de buena calidad.

ANTECEDENTES

En el Instituto Tecnológico Superior Progreso (ITSP) se oferta la carrera de Ingeniería Electromecánica, la cual tiene como objetivo “Formar profesionistas de excelencia en Ingeniería Electromecánica con actitud emprendedora, con liderazgo y capacidad de: analizar, diagnosticar, diseñar, seleccionar, instalar, sistemas electromecánicos, en forma eficiente, segura y económica, considerando las normas y estándares nacionales e internacionales para fomentar el desarrollo sustentable con plena conciencia ética, humanística y social” (ITSP, 2017).

Uno de los puntos clave es que los estudiantes desarrollen de la mejor manera sus competencias, tanto específicas como genéricas. Como la teoría del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), brindar al alumno la oportunidad para desarrollar habilidades necesarias en el ámbito laboral. Mejora su autoestima y motivación al avanzar en cada fase del proyecto con éxito. (López, 2015)

Esto obliga al personal docente a plantear estrategias para alcanzar el objetivo y las competencias propias de la carrera. Una de estas estrategias es integrar a los estudiantes de Ingeniería a la participación en el desarrollo de proyectos innovadores, trabajando en conjunto con los profesores de tiempo completo del área. En este trabajo se toma como objeto de estudio, el desarrollo de una máquina de Control Numérico de bajo costo para su utilización en superficies delgadas que servirá para demostrar como los estudiantes que desarrollan proyectos aplicativos con impacto, incrementan su liderazgo y la aplicación de las competencias del perfil de egreso.

¹ Profesor de Tiempo Completo del Instituto Tecnológico Superior Progreso. etamayo@itsprogreso.edu.mx.

² Profesor de Tiempo Completo del Instituto Tecnológico Superior Progreso. enovelo@itsprogreso.edu.mx.

³ Profesor de Tiempo Completo del Instituto Tecnológico Superior Progreso. rmezquita@itsprogreso.edu.mx.

La iniciativa de la creación de una máquina de control numérico de bajo costo utilizada, para el corte de materiales laminares, surge de la necesidad de que en el Puerto de Progreso Yucatán, existen talleres de manufactura de mediano y pequeño tamaño, dedicadas a la construcción de partes de embarcaciones. Estas empresas no cuentan con las herramientas tecnológicas para la manufactura de parte complejas y se opta por la contratación de terceros que lejos de beneficiar a los dueños de los talleres se hace perjudicial, ya que los clientes de éstos al saber la situación de que no se cuenta con la tecnología para el maquinado de sus partes, prefieren ir directo con los terceros alejándose de los pequeños talleres del Puerto.

La evolución del control numérico ha producido la introducción del mismo en grandes, medianas, familiares y pequeñas empresas, lo que ha generado la necesidad de trabajadores especializados con grandes conocimientos de la técnica del CNC. (Teruel, 2015). Muchas de las empresas no cuentan con la tecnología CNC, por la situación de que las máquinas que se encuentran en el mercado son de alto costo, estando en un rango de \$50,000 hasta arriba de los \$200,000, quedando fuera del alcance de las medianas y pequeñas empresas de manufactura.

De acuerdo con Fernández (2013), la formación del ingeniero hoy en día es un desafío, debido a la gran cantidad de información disponible, a la complejidad creciente de los problemas a los que se deben enfrentar y a la globalización de los mercados.

El cambio de una clase magistral guiada por el profesor con una participación acotada por parte de los estudiantes a otra en la que predomina la innovación educativa, está asociado a un proceso dinámico en donde los involucrados van seleccionando de manera gradual el empleo de diferentes estrategias didácticas y tecnológicas en sus cursos. (Salas, 2017)

Se ha observado que los estudiantes que participan en el desarrollo de proyectos de impacto se desenvuelven con más seguridad y pierden el miedo de proponer soluciones problemáticas ingenieriles, sumando a su liderazgo y a su seguridad. Con lo cual hace que se tenga el siguiente cuestionamiento ¿Cuál es la razón, por la cual los estudiantes que participan en proyectos son más seguros y aumentan la capacidad de liderazgo?

Objetivo general

Determinar las acciones y comportamientos de los estudiantes que participan en proyectos de impacto que hacen que se desarrollen de mejor manera las competencias específicas propias de la ingeniería, su liderazgo y seguridad.

Objetivos específicos.

- Analizar los resultados del proyecto de la Máquina de Control Numérico en el cual los estudiantes participaron.
- Acotar las actividades que los participantes en el proyecto realizaron, para alcanzar el objetivo del Proyecto de la Máquina de Control Numérico.
- Determinar cuáles de las acciones tomadas por los participantes del proyecto impactan al perfil de egreso.

Justificación del estudio

Se realiza este estudio para caracterizar las acciones positivas que realizan los estudiantes que se desempeñan como colaboradores en proyectos de carácter aplicativo y de impacto real a la sociedad civil e industrial que hacen desarrollen su liderazgo y madurez a partir de la realización de los proyectos. Los resultados de este trabajo de investigación servirán para que los profesores que se encuentran frente a grupo, tanto de asignatura, como de tiempo completo, puedan plantear estrategias para la realización de actividades que impacten de manera similar para el desarrollo de las competencias específicas y lograr alcanzar con un mayor impacto el perfil de egreso propio de la ingeniería.

Las actividades que actualmente se ejecutan en las asignaturas aportan en gran medida al perfil de egreso; pero se ha detectado que éstas se han vuelto repetitivas y conforme avanza la tecnología aunado al tiempo, algunas estas actividades han llegado a ser obsoletas. Por ésto es necesario caracterizar las actividades que realmente impactan al perfil de egreso, así como las que se ejecutan al realizar los proyectos reales para la industria.

Contexto general de la investigación

El trabajo de investigación se realizó en el ITSP, ubicado en la península de Yucatán. En él se ofertan siete carreras, las cuales son: Ingeniería Electromecánica, Ingeniería en Energías Renovables; Ingeniería en Gestión Empresarial, Ingeniería en Logística, Ingeniería en Administración, Ingeniería en sistemas Computacionales e Ingeniería en Animación Digital.

El estudio se enfocó en la experiencia de carrera de Ingeniería Electromecánica. En esta ingeniería se han desarrollado proyectos de impacto, tanto en el ámbito educativo, como en vinculaciones con el sector industrial, como es el caso de los proyectos PEI, así como participaciones en concursos de Innovación, participando en escenarios nacionales. Todos estos proyectos han dado mucha experiencia y se ha detectado que los estudiantes se desenvuelven de mejor manera al egresar.

Para este trabajo, se tomó como objeto de análisis la participación de los estudiantes en el desarrollo de una fresadora de control numérico de bajo costo para la industria de manufactura de metal y así como para trabajos de madera para el Puerto Progreso, Yucatán. Se eligió este trabajo, ya que los estudiantes, aparte de realizar su residencia profesional con el desarrollo de éste por iniciativa de ellos, eligieron la opción de Tesis para su titulación, siendo un comportamiento inusual en los estudiantes de ingeniería.

El desarrollo de una máquina de control numérico surge de la necesidad de elaborar un sistema automático de bajo costo, para que los dueños de los talleres de manufactura tengan las herramientas necesarias para poder competir de alguna manera con las grandes empresas de manufactura que cuentan con sistemas CNC comerciales.

El Instituto Tecnológico Superior Progreso (2017) muestra que el Ingeniero Electromecánico debe cumplir con el siguiente perfil de egreso:

1. Formular, gestionar y evaluar proyectos de ingeniería relacionados con sistemas y dispositivos en el área Electromecánica, proponiendo soluciones con tecnologías de vanguardia en el marco del desarrollo sustentable.
2. Diseñar e implementar sistemas y dispositivos electromecánicos, utilizando estrategias para el uso eficiente de la energía en los sectores productivo y de servicios apegado a normas y acuerdos nacionales e internacionales.

3. Diseñar e implementar estrategias y programas para el control y/o automatización de los procesos productivos y los dispositivos en los Sistemas Electromecánicos.
4. Proyectar, gestionar, implementar y controlar actividades de instalación y operación de los sistemas electromecánicos.
5. Formular administrar y supervisar programas de mantenimiento para la continuidad y optimización de procesos productivos, considerando el cuidado del medio ambiente.
6. Colaborar en proyectos de investigación para el desarrollo tecnológico en el área de electromecánica.
7. Ejercer actitudes de liderazgo y de trabajo en grupo para la toma de decisiones a partir de un sentido ético profesional.
8. Desarrollar la actitud emprendedora mediante la creación e incubación de empresas, innovando en productos y servicios del sector electromecánico.
9. Aplicar herramientas computacionales de acuerdo a las tecnologías de vanguardia para el diseño, simulación y operación de sistemas electromecánicos acordes a la demanda del sector industrial.
10. Interpretar comprender y comunicar ideas, textos y documentos de distinta índole en un segundo idioma.

En este contexto se hará un análisis comparativo del alcance de estas competencias en el desarrollo de la Máquina Fresadora CNC.

Objetivo de Ingeniería electromecánica: Formar profesionistas de excelencia en Ingeniería Electromecánica con actitud emprendedora, con liderazgo y capacidad de: analizar, diagnosticar, diseñar, seleccionar, instalar, administrar, mantener e innovar sistemas electromecánicos, en forma eficiente, segura y económica, considerando las normas y estándares nacionales e internacionales para fomentar el desarrollo sustentable con plena conciencia ética, humanística y social.

METODOLOGÍA

La metodología utilizada en este trabajo es de lógico deductivo, ya que en éste se aplican los principios descubiertos a casos particulares a partir de un enlace de juicios (FERRER, 2010). El papel de la deducción en la investigación es doble:

- a) Primero consiste en encontrar principios desconocidos a partir de los conocidos. Una ley o principio puede reducirse a otra más general que la incluya.
- b) También sirve para descubrir consecuencias desconocidas de principios conocidos.

La hipótesis que se presenta es: Los estudiantes de Ingeniería Electromecánica que participan en proyectos de impacto social e industrial desarrollan de mejor manera sus habilidades de liderazgo, así como su madurez debido a las actividades que conlleva la realización de los proyectos.

Para tener una visualización amplia se diseñó una tabla comparativa de las actividades que desarrollan los individuos con las siguientes características: estudiantes que participan en los proyectos escolares fuera de las indicadas por los profesores, estudiantes sólo participan en proyectos de asignatura y los estudiantes que participan en proyectos de impacto en la sociedad industrial como es la máquina de Control Numérico. Estas variables se analizarán estadísticamente y por medio de una tabla comparativa para determinar cuál de estos grupos tiene mayor impacto en el perfil de egreso de la Ingeniería Electromecánica.

Tabla 1. Perfil de egreso de la Ingeniería Electromecánica

Perfil de Egreso	<i>Sólo en proyectos de asignatura</i>	<i>Proyectos escolares fuera de la asignatura</i>	<i>Proyectos de impacto social industrial(CNC)</i>
Formular, gestionar y evaluar proyectos de ingeniería relacionados con sistemas y dispositivos en el área electromecánica, proponiendo soluciones con tecnologías de vanguardia		X	X
Diseñar e implementar sistemas y dispositivos electromecánicos, utilizando estrategias para el uso eficiente de la energía en los sectores productivo y de servicios apegado a normas y acuerdos nacionales e internacionales.			X
Diseñar e implementar estrategias y programas para el control y/o automatización de los procesos productivos y los dispositivos en los sistemas electromecánicos.			X
Proyectar, gestionar, implementar y controlar actividades de instalación y operación de los sistemas electromecánicos.			X
Formular administrar y supervisar programas de mantenimiento para la continuidad y optimización de procesos productivos, considerando el cuidado del medio ambiente.			X
Colaborar en proyectos de investigación para el desarrollo tecnológico, en el área de electromecánica.			X
Ejercer actitudes de liderazgo y de trabajo en grupo para la toma de decisiones a partir de un sentido ético profesional.	X	X	X
Desarrollar la actitud emprendedora mediante la creación e incubación de		X	X

empresas, innovando en productos y servicios del sector electromecánico.			
Aplicar herramientas computacionales de acuerdo a las tecnologías de vanguardia para el diseño, simulación y operación de sistemas electromecánicos acordes a la demanda del sector industrial.	X	X	X
Interpretar comprender y comunicar ideas, textos y documentos de distinta índole en un segundo idioma.		X	X

Para el análisis se partió de los datos recabados de las entrevistas a los estudiantes y de los profesores, así como la experiencia que se ha tenido en la participación del proyecto de investigación de la fresadora de control numérico.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

A continuación en la Figura 1 se muestra la comparativa del alcance del perfil de egreso

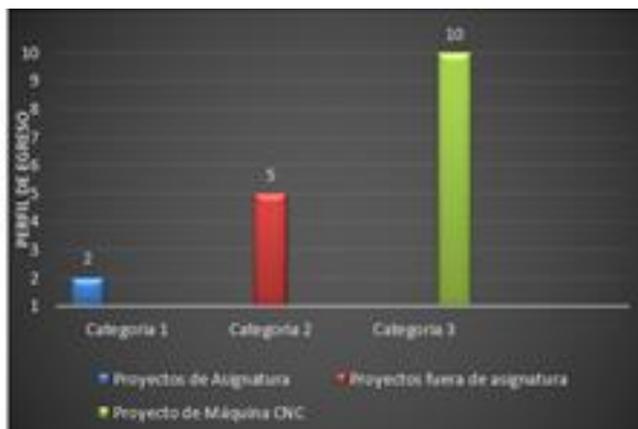


Figura 1. Comparación del perfil de egreso alcanzado

Fuente: Elaboración propia

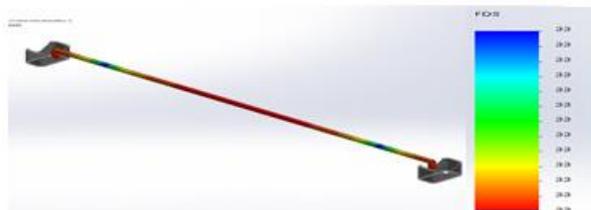
Como se puede apreciar en el gráfico, los estudiantes que participaron en el proyecto de Máquina de Control Numérico alcanzaron el 100% de las actividades marcadas en el perfil de egreso.

A diferencia de los estudiantes que participan en proyectos sin ningún tipo de vinculación o que sólo lo hacen en convocatorias escolares, los estudiantes que desarrollaron el proyecto de la fresadora de control numérico realizan otras actividades que hacen que se desenvuelvan de mejor manera en las competencias genéricas y además de reforzar de manera significativa las competencias propias de la ingeniería. A continuación en la Tabla 2 se muestra un listado de las actividades que los estudiantes que no participan en este tipo de proyectos no realizan.

Tabla 2. Actividades que realizan los estudiantes en el desarrollo de proyectos

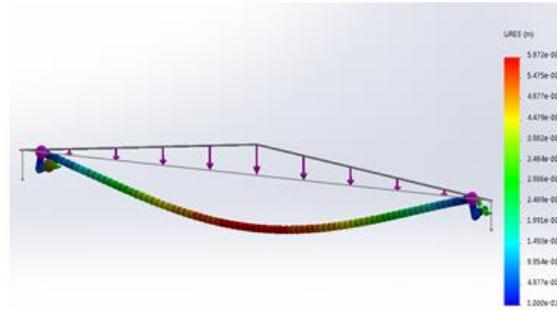
Perfil de Egreso	Descripción
<i>Formular, gestionar y evaluar proyectos de ingeniería relacionados con sistemas y dispositivos en el área Electromecánica, proponiendo soluciones con tecnologías de vanguardia.</i>	Los estudiantes deciden qué tipo de tecnología electrónica utilizar en el área de Electrónica, Mecánica según las características de la región.
<i>Diseñar e implementar sistemas y dispositivos electromecánicos, utilizando estrategias para el uso eficiente de la energía en los sectores productivo y de servicios apegado a normas y acuerdos nacionales e internacionales.</i>	Realizaron la evaluación y la simulación del proyecto de CNC con la utilización del software de Solid Works para el análisis de elemento Finito, así como el software Isis Proteus para el diseño electrónico y el comportamiento dinámico de este.
<i>Diseñar e implementar estrategias y programas para el control y/o automatización de los procesos productivos y los dispositivos en los sistemas electromecánicos.</i>	Se determinaron que tipos de dispositivos electrónicos, así como el tipo de microcontrolador a utilizar. También se realizaron un análisis del tipo de material para la estructura mecánica disponible en la región para disminuir los costos de producción.
<i>Colaborar en proyectos de investigación para el desarrollo tecnológico en el área de Electromecánica.</i>	Los estudiantes aportaron y participaron en el desarrollo de máquina de control Numérico como parte de una Investigación patrocinada por el TECNM.
<i>Ejercer actitudes de liderazgo y de trabajo en grupo para la toma de decisiones a partir de un sentido ético profesional.</i>	Se ha desarrollado su liderazgo siendo que se ha tenido que realizar relaciones con proveedores, solicitar cotizaciones, así como la toma de decisiones de manera correcta para no impactar negativamente al desarrollo de proyecto.
<i>Desarrollar la actitud emprendedora mediante la creación e incubación de empresas, innovando en productos y servicios del sector Electromecánico.</i>	El software desarrollado en el proyecto de CNC se ha registrado ante la oficina de derechos de autor.
<i>Aplicar herramientas computacionales de acuerdo a las tecnologías de vanguardia, para el diseño, simulación y operación de sistemas electromecánicos acordes a la demanda del sector industrial.</i>	Se utilizaron Software de Diseño, de Simulación, tanto mecánica como electrónica, como es el caso de ISIS Proteus, y Solid Works.
<i>Interpretar comprender y comunicar ideas, textos y documentos de distinta índole en un segundo idioma.</i>	Los resultados de los análisis y del proyecto se han dado a conocer y servirá como la titulación de los estudiantes en la opción de Tesis. Además que para realizar y utilizar los microcontroladores se estudió las hojas de datos de éstos que se encuentran totalmente en inglés.

A continuación se presenta uno de los resultados obtenidos en el análisis realizado de eje X en el desarrollo de la fresadora CNC.



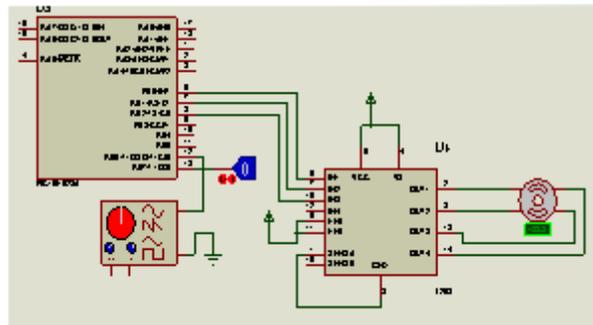
**Figura 2. Análisis de factor de seguridad del eje x utilizando software Solid Works.
Fuente: Elaboración propia.**

En la Figura 3 se muestra como se determinó el factor de seguridad para el Eje X por medio del uso del programa Solid Works dando como resultado que es necesario un factor de seguridad de 33.99.



**Figura 3. Análisis del desplazamiento del eje X
Fuente: Elaboración propia.**

En la Figura 4 se muestra la simulación de funcionamiento electrónico, del controlador de motor a pasos del eje x de la fresadora CNC.



**Figura 4 Simulación electrónica del Eje X de la fresadora CNC
Fuente: elaboración propia**

En la Figura 5 se muestra la simulación de los pasos y frecuencias adecuadas para el funcionamiento de los driver de los motores.

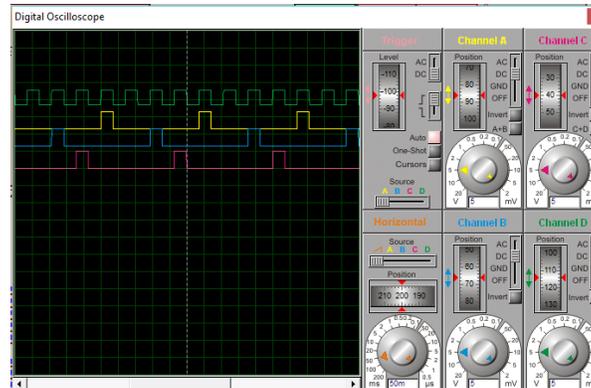


Figura 5. Análisis de pasos y frecuencias de drivers de motores de los ejes
Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

Con el desarrollo de proyectos de impacto social, vinculaciones y/o proyectos e investigación, los estudiantes de Ingeniería Electromecánica, con mayor facilidad el perfil de egreso, esto es debido a las variadas actividades que realizan los estudiantes, que van desde la realización de cotizaciones, contacto con proveedores, así como la realización del proyecto bajo normas específicas, tanto nacionales como internacionales. También con la utilización de software específico para el diseño electromecánico, mecánico y electrónico hacen que el área de expertos de los estudiantes incremente, haciendo que el miedo a proponer nuevos métodos para la solución de problemas.

De igual modo, se desarrollan competencias genéricas como son el trabajo en equipo, la correcta comunicación entre los propios desarrolladores del proyecto, así como con la Institución para la que se realiza dicho proyecto.

Los estudiantes que están a cargo del desarrollo de la fresado CNC realizan de manera adecuada, investigación constante, revisando bibliografía y diversas fuentes en otro idioma, de esta forma están reforzando el entendimiento de otro idioma, cabe mencionar que éstos han elegido la opción de titulación de tesis.

Se sabe de antemano que los profesores de las instituciones en general realizan actividades en pro del buen desarrollo de sus estudiantes; como conclusión a este trabajo y como recomendación, se invita a los profesores que las actividades estén enfocadas a proyectos de asignatura fuera de las instituciones, haciendo proyectos relacionados con su ingeniería y prestando un servicio a la comunidad, tanto social e industrial, haciendo que los propios estudiantes, sea los que realicen las gestiones y delimiten los proyectos, para que así desarrollen las habilidades propias de la ingeniería.

BIBLIOGRAFÍA

Ferrer, J. (2010) *Metodología de Investigación*. Obtenido el febrero 26 de 2010 de <http://metodologia02.blogspot.mx/p/metodos-de-la-investigacion.html>

- Instituto Tecnológico Superior Progreso (2017). *Objetivo de la carrera de Ingeniería Electromecánica*. Obtenido el 13 de marzo de 2017 de http://www.itsprogreso.edu.mx/ingenierias/ing_electromecanica/index.html
- López, R. B. (2015). Formación de ingenieros, aprendizaje por proyectos. Caso: sistema de gestión digital para contrataciones. *Anfei Digital*.
- Salas, J. A. (2017). Implementación de estrategias didácticas basadas en aprendizaje significativo en un curso de circuitos eléctricos. *Anfei Digital*.
- Teruel, F. C. (2015). *Control Numérico y Programacion II*. Mexico.