5ta edición de exposición de proyectos de alumnos de Ingeniería en Mecatrónica (Parte 1)

Ingeniería en Mecatrónica

La carrera de Ingeniería en Mecatrónica inicia sus operaciones en la Universidad Tecnológica de la Mixteca en el año de 2006. El objetivo del plan de estudios es formar profesionistas capaces de diseñar, construir, controlar y automatizar sistemas mecatrónicos. A través de una formación integral multidisciplinaria se capacita a los alumnos para identificar y resolver problemas en distintas áreas. Algunas de las áreas son la industria automotriz, electrodomésticos, computadoras, medicina, procesos de manufactura, procesos de materiales, etc. En el noveno semestre los alumnos cursan las materias de Proyecto Integrador de Ingeniería en Mecatrónica y Seminario de Investigación, impartidas por la Dra. Esther Lugo González y la Dra. Alejandra Velarde Galván, respectivamente. Las Dras. hacen un trabajo en equipo relacionando las clases impartidas en ambas materias para la integración de los proyectos que desarrollan los alumnos.

Proyecto Integrador de Ingeniería en Mecatrónica

Esta materia es impartida por la Dra. Esther Lugo González en la cual los alumnos desarrollan un prototipo experimental haciendo uso de los distintos métodos teóricos/ prácticos y herramientas tecnológicas. Los alumnos aprenden a especificar, delimitar y establecer los alcances del proyecto, así como, a desarrollar el cronograma de actividades. Al finalizar el proyecto los alumnos presentan su prototipo, además, desarrollan un documento que contiene el estado del arte, la justificación, delimitación, objetivos y metas alcanzadas, marco teórico, desarrollo, conclusiones y expectativas a futuro.

Seminario de Investigación

Esta materia es impartida por la Dra. Alejandra Velarde Galván, quien proporciona a los alumnos los elementos necesarios para desarrollar documentos científicos. En esta asignatura los alumnos aprenden a recabar y presentar la información, así como, la estructura que deben tener los diferentes tipos de documentos científicos como Ensayos, Monografías, Artículos de Investigación, Tesis, Reportes Técnicos, etc. Los alumnos también aprenden sobre las reglas de redacción y estilo de documentos científicos.

Exposición de proyectos

A continuación se explica en forma breve una primera parte de los diferentes proyectos que han desarrollado los alumnos del noveno semestre de Ingeniería en Mecatrónica.

1. Robot humanoide como apoyo para la educación

Se presenta un robot humanoide con el objetivo de apoyar la enseñanza de estudiantes de ingeniería en mecatrónica. Se tiene una plataforma robótica basada en el esquema RAIDER (Robot Antropomórfico para la Investigación y Desarrollo en Entornos Reales). El diseño propuesto cuenta con 20 GDL y es de estructura abierta, lo cual facilita la incorporación de nuevos sensores y actuadores. Con la finalidad de disminuir el costo de manufactura de las piezas diseñadas se optó por utilizar impresión 3D. Para dar movimiento a cada una de las partes, se ha empleado una tarjeta de desarrollo Raspberry Pi Pico W que cuenta con un microcontrolador RP2040 que controla en su totalidad al robot. También se incorpora un módulo Bluetooth HC-05 para realizar la comunicación entre el robot y la

interfaz. El robot se ha programado con las funciones de locomoción necesarias para dotar a la plataforma robótica de movilidad absoluta, incluyendo marcha bípeda. Además, se desarrolló una interfaz de usuario mediante programación web para que, a través de ésta, el usuario pueda controlar el movimiento del robot. (ver la Figura 1).

2. Robot para identificar y recolectar poliestireno

Este proyecto presenta un prototipo de robot autónomo para el reconocimiento y recolección de desechos de poliestireno dentro de un conjunto variado de desechos, a través de la red neuronal convolucional Y.O.L.O. El área mecánica propuso un mecanismo triple balancín que permite tener los actuadores en la base y así recoger los desechos. Para el sistema de desplazamiento se diseñaron estrellas para las bandas de las ruedas orugas, así como suspensiones, considerando las vibraciones a las que podría estar expuesto el robot y los tiempos de asentamiento para el sistema en vibración libre, esto con el objetivo de tener un vehículo todo terreno. También se realizó un diseño autónomo para desplazarse y para la identificación y recolección de objetos, donde su comunicación es por bluetooth. Para realizar sus predicciones y recolección de objetos, se utilizó una única red neuronal convolucional. Del total de las imágenes se hizo uso de 827 para el entrenamiento y 205 fueron usadas para la validación, ya que la principal herramienta de selección fue la visión artificial. (ver la Figura 2).

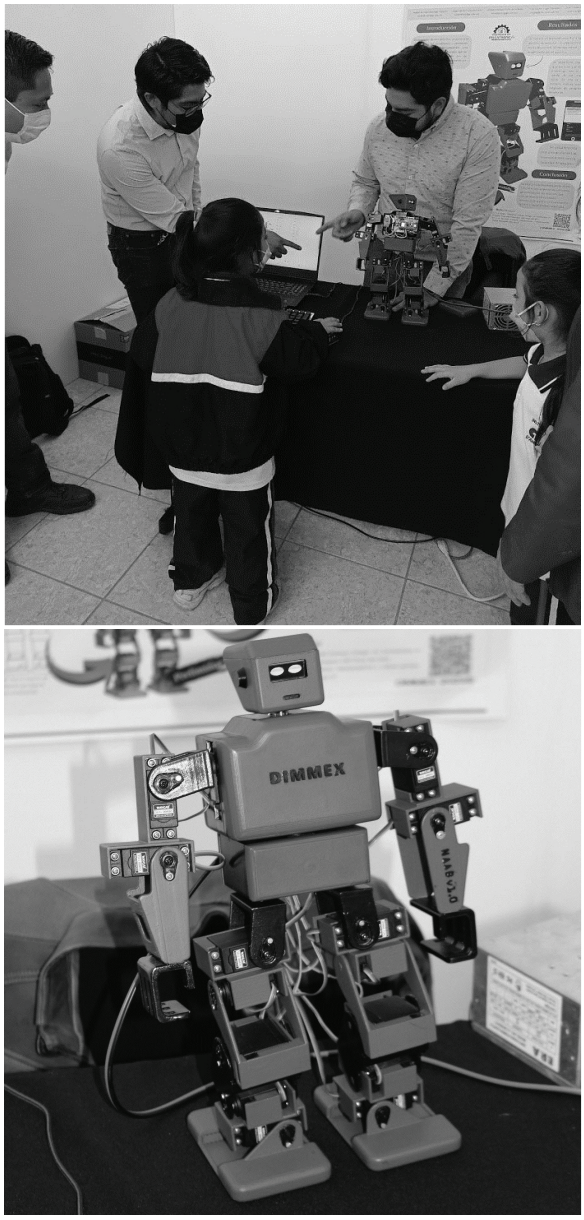

Figura 1. Desarrollo de un robot humanoide como apoyo para la educación, diseñado por los alumnos Alfredo Enrique Feria de la Rosa, Miguel De Jesús Santiago Vásquez y Jorge Adrián Lucas Sánchez.

Figura 2. Robot para identificar y recolectar poliestireno desarrollado por los alumnos Eliezer Ruiz Cristóbal, Armando Jiménez Vázquez y Manuel Miguel Bautista.

3. Robot para la detección y recolección de basura

Se presenta un robot que tiene un mecanismo para recoger basura y almacenarla en un contenedor localizado en su interior. Para la detección de basura se entrenó una red neuronal artificial, que es capaz de identificar vasos de unicel, bolsas de plástico y papel en imágenes. Esta red se implementa en un programa en Python en una tarjeta Raspberry Pi conectada a una cámara que captura imágenes en tiempo real y las introduce como entrada en el programa para identificar si dentro de su rango de visión existe basura de ese tipo, además de obtener la distancia a la que se encuentran del robot. El control de movimiento del robot se realiza desde una tarjeta Arduino Mega que tiene como entradas el encoder de uno de los motores principales del robot y un giroscopio. A partir de estos datos se implementa un controlador difuso de posición, donde el giroscopio retroalimenta el ángulo del robot y el encoder sirve para retroalimentar la distancia que ha avanzado. También se añaden sensores ultrasónicos que monitorean que el robot no golpee ningún obstáculo mayor y cambie su trayectoria de inmediato. (ver la Figura 3).

Figura 3. Desarrollo de un robot móvil para la detección y recolección de basura diseñado por los alumnos Julio Josafat Pérez Medina, Isaías Paz Avendaño y Josué Santiago Sánchez.

4. Desarrollo de un robot móvil detector de humedad

Se presenta un robot móvil que mide la humedad en un terreno de cultivo. El robot cuenta con una tarjeta Raspberry Pi y un Arduino Nano para el control de todo su sistema. Para el control de dirección de forma inalámbrica, se usó un joystick de un mando de Xbox, cuya señal es leída en la terminal de Matlab. El cambio de dirección se hace utilizando los módulos puente H L298N. A través del mando se controlan las suspensiones y la rutina para medir humedad. Todo se hace por medio de Wi-Fi, utilizando una interfaz programada y diseñada en Matlab. Para medir la humedad se utilizó el módulo sensor humedad del suelo, resistente a corrosión, que está pensado para el control de humedad del suelo o tierra de plantas. Las puntas del sensor están tratadas para resistir mejor la oxidación y consiste en una sonda con dos terminales metálicas separadas adecuadamente y un módulo que realiza el tratamiento de datos entregando una salida análoga y una salida digital. Para tener un rango de los niveles de humedad en el suelo, se utilizó solo la salida analógica. (ver la Figura 4).

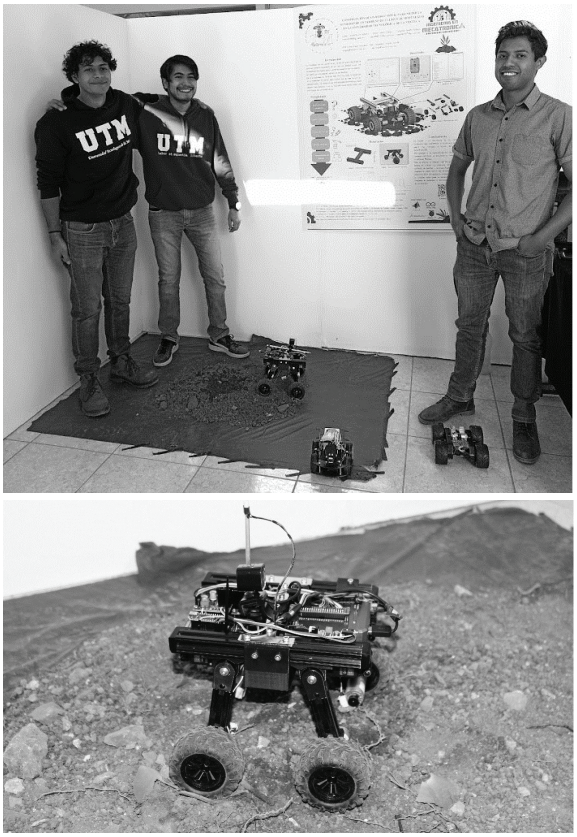

Figura 4. Desarrollo de un robot móvil detector de humedad diseñado por los alumnos Joshua Sánchez Delfín, Diego Peral Colores y Kevin Alberto Crespo López.

5. Desarrollo de un robot móvil detector de enfermedades en plantas de tomate (*Solanum lycopersicum*)

Se presenta la construcción de un robot móvil con el fin de detectar gusano minador (*Liriomyza huidobrensis*) y cenicilla polvorienta (*Leveillula táurica*) en cultivos de tomate (*Solanum lycopersicum*). Para que el robot móvil reconozca el entorno de trabajo se adaptaron sensores de distancia, acelerómetro y encoder. El robot permite la detección y clasificación de imágenes utilizando Redes Neuronales. También se realizó el diseño de controladores PID para los cuatro motores. Se realizó el análisis de esfuerzos y diseño de mecanismos para la selección de materiales que en este caso es lámina. La base para el movimiento de la cámara se imprimió en 3D con material PLA. La interfaz de comunicación se desarrolló en el programa Labview, para que la interfaz reciba información por parte del microcontrolador usando la red wifi. En esta interfaz se tienen botones de encendido, apagado y un paro de emergencia. También hay un panel en el que se muestra el estado de los sensores y actuadores para verificar que el robot funciona correctamente. (ver la figura 5).

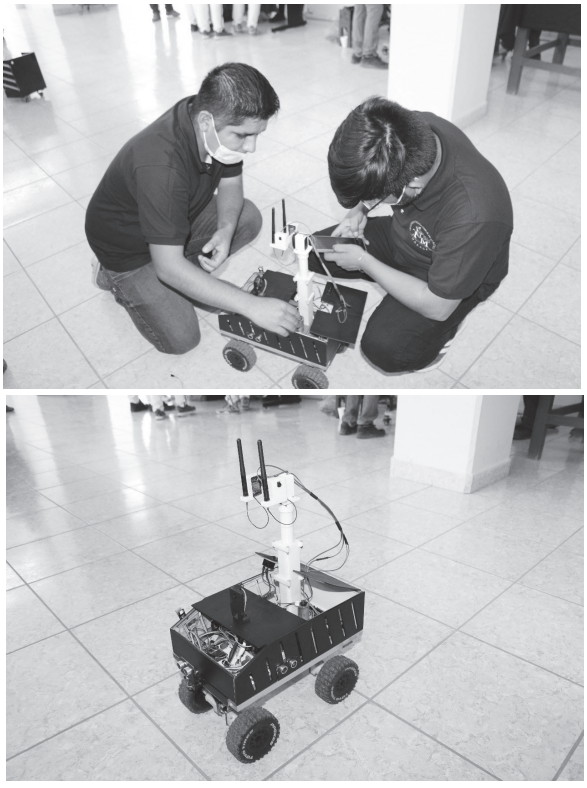

Figura 5. Desarrollo de un robot móvil detector de enfermedades en plantas de jitomate diseñado por los alumnos Leonardo García Mateos, Fidel J. López Cruz y Fernando Pérez Gómez.

6. Prototipo de proceso de sellado industrial a escala para prácticas de automatización

El proyecto consiste en un prototipo a escala de un proceso de sellado industrial de cuatro etapas: ingreso, clasificación, sellado y distribución para que estudiantes de Ingeniería Mecatrónica sean capaces de implementar conceptos y prácticas referentes al área de automatización. El sistema mecánico está conformado por mecanismos manivela-corredera, piñón-cremallera y tornillo de avance. El diseño y síntesis de los mecanismos se llevó a cabo de manera analítica y fue verificado con simulaciones previas para ubicarlos de manera estratégica en cada etapa del proceso. También se desarrolló un sistema de relevadores intercambiables para el manejo de diferentes voltajes de trabajo y un tablero de control tipo industrial que permite el uso de diversos dispositivos de control; el tablero de control se desempeña como interfaz de usuario principal y en él se concentran todas las señales del proceso. Finalmente, se implementó un sistema de control difuso empleando la técnica de inferencia de Mamdani para controlar la posición de una pinza de agarre tipo grúa. El sistema se puede utilizar para prácticas de automatización de procesos aplicando diversos algoritmos de solución con PLC 's y microcontroladores. (ver la figura 6).

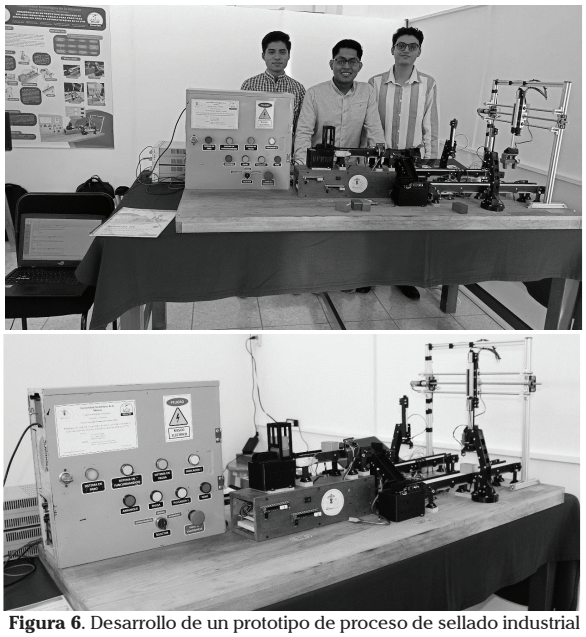

Figura 6. Desarrollo de un prototipo de proceso de sellado industrial a escala para prácticas de automatización diseñado por los alumnos Pavel Palma Nicolas, Eduardo Ferra García y Samuel Cano Arista.

7. Máquina hiladora de botellas de PET de uso artesanal

La finalidad de esta máquina es transformar las botellas de PET en cintas continuas de diversos grosores enfocada en uso artesanal. Se propone un diseño portátil con tamaño inferior a 1m2, cuenta con un sistema de corte y uno de enrollado, implementando un sistema de control para la velocidad de corte y una interfaz para el manejo la máquina.

La estructura realizada con lámina y con una base de PTR da el soporte adecuado. La función de corte regula el tamaño de las cintas y se realiza con cuchillas calibradas previamente. Se tiene una interfaz que permite la interacción de la máquina con el usuario, esta es gobernada por una tarjeta de control que se utiliza para ejecutar los comandos de avance, paro o cambio de velocidad, además del paro de emergencia que detiene todo el sistema si se requiere. La interconexión de la mecánica, la electrónica y el control da como resultado una máquina funcional y totalmente mecatrónica. (ver la Figura 7).

8. Desarrollo de una incubadora artificial para el sector avícola

La incubadora artificial para aves ofrece un medio ambiente adecuado y controlado para que se desarrollen las crías de aves, ya que, se consideraron características del proceso natural de incubación como la temperatura y humedad adecuada. Para el desarrollo de la incubadora artificial para el sector avícola, se utilizó la tarjeta Arduino Mega 2560. En esta tarjeta se implementó un control de temperatura y ventilación a partir de técnicas de lógica difusa, que fueron simuladas en el programa Matlab®, una herramienta útil, para establecer las reglas de inferencia y poder observar la curva de control del sistema. También se programó el reconocimiento del movimiento de las aves utilizando un sensor PIR. Para generar un ambiente óptimo de incubación se implementó un control de humedad, evitando así que los embriones se adhieran al cascarón. En la interfaz se selecciona el ave a incubar y se muestran los datos del control de temperatura y humedad en tiempo real que proporcionan el ambiente óptimo de incubación. (ver la Figura 8).

Figura 7. Máquina hiladora de botellas de PET de uso artesanal desarrollada por los alumnos Erasmo Astudillo Romero, Perla Bonifacio Mariano, Ezequiel Cruz Victoriano.

Figura 8. Desarrollo de una incubadora artificial para el sector avícola desarrollado por los alumnos Cirilo Regalado Nolasco, Izanami Ramón Canseco Antonio y Edwin Carlos López Sánchez.

9. Tostadora de cacahuate semiautomática con control de ciclo de tostado

Se desarrolla una tostadora de cacahuate enfocada a la producción a pequeña escala. El proceso de diseño se dividió en construcción mecánica; instrumentación eléctrica y el diseño del sistema de control de temperatura. En el área mecánica se propone un sistema de tornillo helicoidal para el traslado del cacahuate. El ajuste de la velocidad se logra utilizando un sistema de poleas y un motor reductor. También se realizó la descripción de materiales y componentes que conforman la máquina y su validación con simulaciones de esfuerzo y pandeo por temperatura en SolidWorks®. Respecto a la electrónica, se realizó la instrumentación necesaria para el funcionamiento del sensor de temperatura RTD. Por otro lado, se realizó el análisis de los componentes del inversor activo y se realizó la caracterización del modelo térmico para generar simulaciones de temperatura en la cámara de tostado. En el apartado de control se propone el uso de un motor de inferencia Mamdani para el control de temperatura y se definen las variables lingüísticas al igual que las reglas de inferencia. La cosimulación del control y el modelo térmico se realizó con PLECS®, modelo térmico y Simulink®, controlador difuso para visualizar el funcionamiento del sistema virtual y analizar las gráficas resultantes. (ver la Figura 9).

Figura 9. Tostadora de cacahuate semiautomática con control de ciclo de tostado desarrollada por los alumnos Kevin Camacena Ortiz, Ángel Eduardo Carrillo Cruz y Jorge Alejandro Méndez Cuevas.

Dra. Esther Lugo González
Profesora-Investigadora
Ingeniería en Mecatrónica
Universidad Tecnológica de la Mixteca
elugog@mixteco.utm.mx

Dra. Alejandra Velarde Galván
Profesora-Investigadora
Ingeniería en Diseño
Universidad Tecnológica de la Mixteca
alevelar@mixteco.utm.mx