

## Posgrado en Electrónica

### Diseño de un Vehículo Eléctrico

#### Introducción

La misión del posgrado en electrónica es coadyuvar a la formación de recursos humanos de calidad a nivel de maestría y doctorado en las áreas de control electromecánico y visión artificial, con sentido de responsabilidad y ética, impulsando el desarrollo científico y tecnológico. Los objetivos del posgrado en electrónica son los siguientes:

1. Formar especialistas de alto nivel capaces de innovar, desarrollar y aplicar sistemas inteligentes en la solución de problemas tecnológicos del sector público y privado; así como incursionar en el ámbito de investigación y ejercer la docencia a nivel superior y de posgrado.
2. Consolidarse como un programa de posgrado líder mediante la realización de investigación básica y aplicada, así como desarrollo tecnológico, en las áreas de control de sistemas electromecánicos y visión artificial.
3. Contribuir a la innovación y al desarrollo tecnológico estatal y nacional.

#### Investigación

El programa de estudios está diseñado para que el alumno desarrolle su investigación a través de la innovación, desarrollo y/o aplicación de sistemas digitales (procesadores y FPGAs) en el control de sistemas electromecánicos y visión artificial; es decir, las áreas principales de estudio son el Control Digital y la Visión Artificial para sistemas autónomos. Sin embargo, la estructura y flexibilidad del mismo permiten que el alumno lleve a cabo dicho trabajo en las áreas de control analógico y desarrollo de algoritmos para visión artificial.

El programa de posgrado en electrónica desarrolla las siguientes líneas de generación y aplicación del conocimiento.

- **Visión artificial.** Análisis y diseño de algoritmos relacionados con la visión artificial con un enfoque neuronal.
- **Control de sistemas electromecánicos.** Desarrollo y aplicación de algoritmos de control automático, para el uso eficiente de la transformación de la energía en sistemas electromecánicos mediante sistemas digitales.

#### Personal adscrito al posgrado en electrónica

El núcleo académico básico está formado por profesores con una formación académica relacionada con la electrónica, sistemas digitales, control y procesamiento de señales e imágenes, ingeniería de software y ciencias de la computación (ver la Tabla 1).

#### Infraestructura

Para el buen desarrollo de la maestría y el doctorado en electrónica, se ha procurado proveer a los profesores-investigadores laboratorios adecuados para desarrollar sus actividades tanto de docencia como de investigación.

- Laboratorio de procesamiento de imágenes y visión artificial
- Laboratorio de control de sistemas electromecánicos
- Laboratorio de detección y corrección de fallas en sistemas industriales

**Tabla 1.** Planta docente del posgrado en electrónica

Nombre del Docente	Formación académica básica	Grado académico
Enrique Guzmán Ramírez	Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica	Doctorado
Rosebet Miranda Luna	Automatización y Procesamiento de Señales	Doctorado
Carlos García Rodríguez	Ingeniería Eléctrica y Electrónica	Doctorado
Jesús Linares Flores	Ingeniería en Electrónica con especialidad en Electrónica de Potencia	Doctorado
Manuel Arias Montiel	Ingeniería Mecánica con especialidad en Vibraciones Mecánicas	Doctorado
Marco Antonio Contreras Ordaz	Ingeniería en Electrónica	Doctorado
Edgardo Yescas Mendoza	Ingeniería en Electrónica	Doctorado
Antonio Orantes Molina	Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones con especialidad en Sistemas Digitales	Doctorado

## Diseño de Auto Eléctrico

En las instalaciones de la División de estudios de Posgrado de Ingeniería en Electrónica que imparte la Universidad Tecnológica de la Mixteca se ha trabajado en el diseño de un prototipo de automóvil eléctrico. El vehículo es un auto de dos plazas, tipo Go-Kart para servicio urbano y suburbano, que desarrolla una velocidad de 80 kph y está concebido para tener una autonomía de 200 km (ver la Fotografía 1).

En el diseño del vehículo eléctrico se aborda la problemática de implementación de un sistema diferencia electrónico con tracción eléctrica en las cuatro ruedas (tipo AWD eléctrico). Se utiliza en cada rueda un motor trifásico de corriente directa sin escobillas (QS motor 260, 2000 W, 72 V), conocidos como motores rueda, los cuales son impulsados con inversores trifásicos tipo fuente de voltaje y alimentados por seis baterías de plomo de ciclado profundo de 12 V y 80 Amper-hora (ver la figura 1).

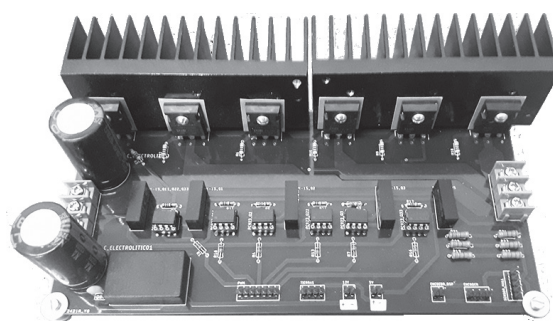


**Fotografía 1.** Prototipo físico de auto eléctrico diseñado en la Universidad Tecnológica de la Mixteca

Para accionar cada motor BLDC se utiliza un inversor trifásico, que hace uso de 6 MOSFETs IRFP260MPBF que trabajan con un voltaje máximo de 200 V y una corriente máxima de 50 A. Además de un SCWN06C-12 que alimenta 6 fuentes aisladas DPU01M-15 para accionar los MOSFETs y 6 opto-acopladores PC923 que desacopla al inversor del resto de los dispositivos digitales. En la Figura 2 se muestra el inversor trifásico fuente de voltaje.



**Figura 1.** Motor BLCD QS 260.



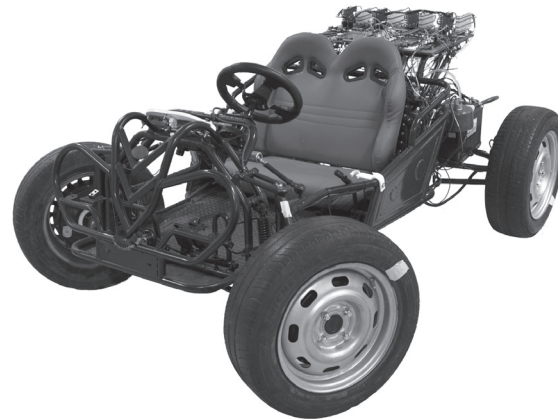
**Figura 2.** Inversor trifásico.

Para conocer la posición del volante y así determinar el ángulo de giro se acopla un encoder absoluto de 8 bits de la marca OMRON modelo E6CP-AG5C 256, éste encoder tiene diez cables, dos para alimentación de 12 V a 24 V y ocho de datos en código gray, (véase Figura 3).

Para medir la velocidad de cada rueda se acopla un encoder incremental en cada rueda, se utilizan 2 modelos de encoder OMRON ambos de 2000 pulsos por revolución, el modelo E6B2-CWZ1X de tipo TTL y el modelo E6B2-CWZ6C de tipo colector abierto, (véase Figura 4).

El prototipo desarrollado es un genuino 4x4 con motores en cada una de las ruedas. El vehículo cuenta un asiento para 2 personas, rines número 14, neumáticos 175/65 R14 y ajuste para asiento. El radiador se encuentra detrás del asiento. La batería del vehículo es de 80 Ah y si se supone que el sistema consume 20 amperes a una velocidad de 20 km=h, la batería ten-

dría una autonomía de 4 horas lo que significa que se podrían recorrer 80 km con una carga de la batería. El diseño final fue presentado en un documento de tesis desarrollado por el alumno Ing. Omar Castro Heredia para obtener el título de Maestro en Electrónica, bajo la supervisión del Dr. Jesús Linares Flores, representante del proyecto (ver las Fotografías 2, 3 y 4).



**Fotografía 2.** Prototipo físico de auto eléctrico diseñado en la Universidad Tecnológica de la Mixteca.



**Figura 3.** Encoder absoluto OMRON E6CP-AG5C 256.



**Figura 4.** Encoders incremental OMRON modelo E6B2-CWZ1X.



**Fotografía 3.** Obtención de grado de Maestro en Electrónica de Omar Castro Heredia por la presentación de la tesis: Diseño e implementación de un diferencial electrónico para un vehículo eléctrico de tracción en cuatro ruedas.



**Fotografía 4.** Jurado de examen de grado de Omar Castro Heredia

## Trabajos publicados

Castro-Heredia, O., Linares-Flores, J., García-Rodríguez, C., Salazar-Oropeza, J., Ramírez Cárdenas, O. D., Heredia Barba, R. (2021). Electronic differential base on active disturbance rejection control for a four in-wheel drive electric-vehicle (Go-kart). *2021 IEEE International Power and Renewable Energy Conference*.

Heredia Barba, R., Juárez Abad, J. A., Linares-Flores, J., Castro Heredia, O. (2021). Passivity based controller for a high energy quality active rectifier-dc motor system: An FPGA implementation. En *2021 Industrial Electronics Society*. (En revisión).

Linares-Flores, J., Juárez Abad, J. A., Hernández Méndez, A., Castro Heredia, O., Guerrero Castellanos, F., Heredia Barba, R., Curiel Olivares, G. (2021). Sliding mode control based on linear extended state observer for dc to dc buck boost power converter system with mismatched disturbances. En *2020 IEEE Transactions on Industry Applications*.

Linares-Flores, J., Heredia Barba, R., Castro Heredia, O., Curiel Olivares, G., Juárez Abad, J. A. (2020). Adaptive sliding mode control based on a hyperbolic tangent function for dc to dc buck boost power converter. En *2020 IEEE Energy Conversion Congress and Exposition Technical Program*.

Participantes de la Vida Académica

**Dr. Jesús Linares Flores**

Profesor-Investigador

Universidad Tecnológica de la Mixteca

jlinares@mixteco.utm.mx

**M. en E. Omar Castro Heredia**

Egresado de la Maestría en Electrónica

opción en Sistemas Inteligentes Aplicados

Universidad Tecnológica de la Mixteca