



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA**  
**COORDINACIÓN DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN**  
**VICERRECTORÍA CAMPUS MEXICALI**  
**DEPARTAMENTO DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN**

FRP-UA-01

**REGISTRO DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN APROBADO POR LA UNIDAD ACADÉMICA**

**DATOS DEL PROYECTO**

Fecha de Impresión: 12/03/2026 10:09:16 pm

Clave: 105/3607

Título: DISEÑO DE CONTROLADORES ROBUSTOS PARA SISTEMAS MECATRÓNICOS

Área del Conocimiento: CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y TECNOLOGIA

Tipo de Investigación: APLICADA

Sector de Incidencia: ACADEMICA

Duración del Proyecto: 2 año(s)

Periodo Inicial: 2023-2

Periodo Final: 2025-1

Proyecto Asociado a un Cuerpo Académico

- Cuerpo Académico : SISTEMAS DE MANUFACTURA Y PRODUCCIÓN
- Grado de Consolidación : EN CONSOLIDACION
- L.G.A.C : AUTOMATIZACI? INDUSTRIAL

**DATOS DEL RESPONSABLE TÉCNICO**

No. Empleado: 25710

Apellido Paterno: RASCON

Apellido Materno: CARMONA

Nombre(s): RAUL

Grado Académico: DOCTORADO

Especialidad: Control

S.N.I. Nivel: 1

Perfil PROMEP: SI

Cuerpo Académico: SISTEMAS DE MANUFACTURA Y PRODUCCIÓN

Categoría: TC PROFR.ORD.CARR.TIT.N. C

Correo Electrónico: raul.rascon@uabc.edu.mx

Correo Alterno: raul.rascon@gmail.com

Unidad Académica: FACULTAD DE INGENIERIA

Teléfono: 6535383076

Celular: 6863409878

**No. Empleado: 25991**

Apellido Paterno: MORENO

Apellido Materno: AHEDO

Nombre(s): LUIS OMAR

Grado Académico: DOCTORADO

Especialidad: Control

S.N.I. Nivel: ---

Perfil PROMEP: NO PERTENECE

Cuerpo Académico: SISTEMAS DE MANUFACTURA Y PRODUCCIÓN

Categoría: TC PROFR.ORD.CARR.TIT.N. C

Correo Electrónico: 25991@uabc.edu.mx

Correo Alternativo:

Unidad Académica: FACULTAD DE INGENIERIA

Teléfono:

Celular: 6862018031

Actividades : PARTICIPAR EN EL DISEÑO Y APLICACIÓN DE CONTROLADORES ROBUSTOS

**No. Empleado: 17304**

Apellido Paterno: ROSAS

Apellido Materno: ALMEIDA

Nombre(s): DAVID ISAIAS

Grado Académico: DOCTORADO

Especialidad: ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

S.N.I. Nivel: 1

Perfil PROMEP: SI

Cuerpo Académico: SISTEMAS DE MANUFACTURA Y PRODUCCIÓN

Categoría: TC PROFR.ORD.CARR.TIT.N. C

Correo Electrónico: drosas@uabc.mx

Correo Alternativo: drosasalmeida@yahoo.com.mx

Unidad Académica: FACULTAD DE INGENIERIA

Teléfono: 0

Celular: 6862274032

Actividades : APOYAR CON LAS PRUEBAS DE ESTABILIDAD PARA LOS SISTEMAS EN LAZO CERRADO

**No. Empleado: 21248**

Apellido Paterno: ANGUIANO

Apellido Materno: COTA

Nombre(s): ROSA CITLALLI

Grado Académico: DOCTORADO

Especialidad:

S.N.I. Nivel: 1

Perfil PROMEP: SI

Cuerpo Académico: FISICA APLICADA

Categoría: TC PROFR.ORD.CARR.TIT.N. B

Correo Electrónico: rosacitlalli@uabc.edu.mx

Correo Alterno: rosa\_citlalli@hotmail.com

Unidad Académica: FACULTAD DE INGENIERIA

Teléfono: 5571879

Celular: 6861574218

Actividades : APOYAR EN LA INSTRUMENTACIÓN PARA LOGRAR LA APLICACIÓN DEL CONTROLADOR

**No. Empleado: 21314**

Apellido Paterno: GONZALEZ

Apellido Materno: ANGELES

Nombre(s): ALVARO

Grado Académico: DOCTORADO

Especialidad: INGENIERÍA METALÚRGICA Y CERÁMICA

S.N.I. Nivel: 1

Perfil PROMEP: SI

Cuerpo Académico: SISTEMAS DE MANUFACTURA Y PRODUCCIÓN

Categoría: TC PROFR.ORD.CARR.TIT.N. C

Correo Electrónico: gangelesa@hayoo.com.mx

Correo Alterno: gangelesa@uabc.mx

Unidad Académica: FACULTAD DE INGENIERIA

Teléfono:

Celular: 6862110294

Actividades : AYUDAR EN LA OBTENCIÓN DEL MODELO DINÁMICO DE LOS SISTEMAS MECÁNICOS

**No. Empleado: 23125**

Apellido Paterno: HERRERA

Apellido Materno: GARCIA

Nombre(s): JESUS RIGOBERTO

Grado Académico: DOCTORADO

Especialidad:

S.N.I. Nivel: 1

Perfil PROMEP: SI

Cuerpo Académico: FISICA APLICADA

Categoría: TC PROFR.ORD.CARR.TIT.N. B

Correo Electrónico: 23125@uabc.edu.mx

Correo Alterno:

Unidad Académica: FACULTAD DE INGENIERIA

Teléfono:

Celular:

Actividades : APOYAR EN LA INSTRUMENTACIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DE LAS SEÑALES DE LOS SISTEMAS MECATRÓNICOS Y ELECTRÓNICOS

**ASOCIADO(S) EXTERNO(S)**

**Apellido Paterno: CALVILLO**

Apellido Materno: TELLEZ

Nombre(s): ANDRES

Institución: INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL CITEDI

País: MEXICO

Correo Electrónico: calvillo@citedi.mx

Teléfono: 6642837191

#### **ASISTENTE(S) DE INVESTIGACIÓN (Alumnos)**

**Apellido Paterno: JOSÉ ALEJANDRO**

Apellido Materno: REMBAO

Nombre(s): OSUNA

Género: MASCULINO

Unidad Académica: FACULTAD DE INGENIERIA

Grado que Cursa: MAESTRIA

Programa Educativo: MAESTRÍA EN CIENCIAS

Tipo de Becario: BECARIO TESISTA DE POSGRADOS

#### **RESPONSABLE ADMINISTRATIVO (Administrador de la Unidad Académica)**

**Administrador: Johanna Pamela Morales Bustamante**

**Correo Electrónico: administrador\_fim@uabc.edu.mx**

**Dirección: BLVD. BENITO JUAREZ S/N CAMPUS MEXICALI C.P.21280**

**Teléfono: (686) 566-42-70**

### Resultados de la Investigación y Desarrollo:

Si, ya que el proyecto académico se enfoca en el diseño e implementación de algoritmos de control robusto para seguimiento de trayectorias a través del modelo determinístico de sistemas mecánicos (incluidos robots manipuladores), mecatrónicos y electrónicos.

### Resumen:

El proyecto académico se enfoca en el diseño e implementación de algoritmos de control robusto para seguimiento de trayectorias a través del modelo determinístico de sistemas mecatrónicos, mecánicos (incluidos robots manipuladores) y electrónicos. Se considera que los modelos matemáticos de los sistemas mecánicos y electrónicos tienen incertidumbres paramétricas, y los sistemas reales pueden ser afectados por perturbaciones externas. Se analiza la estabilidad en lazo cerrado utilizando herramientas de Lyapunov. Se verifican los resultados teóricos a través de simulaciones numéricas y pruebas experimentales en sistemas mecánicos y electrónicos.

### Problemática y Justificación:

Actualmente existe una amplia área de investigación en la cual se pretende optimizar el desempeño de controladores para seguimiento de trayectoria en diversos tipos de sistemas como son mecatrónicos, mecánicos y electrónicos. Estos controladores deben ser capaces de sobrellevar perturbaciones externas que afectan a los sistemas, además muchas veces los modelos dinámicos de dichos sistemas no son exactos, es decir existe una diferencia entre el sistema real y el modelo dinámico que lo representa, este fenómeno se conoce como incertidumbre paramétrica. Los controladores diseñados a partir del modelo dinámico del sistema deben ser capaces de sobrellevar tanto las incertidumbres paramétricas como las perturbaciones externas, lo cual es un reto poder diseñar controladores robustos que puedan resolver el problema de seguimiento de trayectorias en este tipo de sistemas.

### Antecedentes:

Un problema de control particular en el área de sistemas mecatrónicos, así como en mecánicos incluidos los robots manipuladores y en sistemas electrónicos es el diseño de algoritmos de control para seguimiento de trayectorias, algunos trabajos previos sobre control para seguimiento de trayectorias son [1,2,3,4,5].

En este proyecto académico se diseñarán algoritmos de control capaz de lograr el objetivo de seguimiento de trayectoria en sistemas mecánicos (incluidos robots manipuladores) y sistemas electrónicos. Por otra parte, los controladores serán robustos ante incertidumbres paramétricas y perturbaciones externas. Varias técnicas de control han sido previamente utilizadas para eliminar o mitigar el efecto de incertidumbres paramétricas y perturbaciones externas, algunas de ellas son:

control PID [6,7], control adaptivo [8,9], control por modos deslizantes [10,11], entre algunas otras metodologías de control [12,13,14]. Primeramente, se diseñará el algoritmo de control y su prueba de estabilidad en lazo cerrado. De igual manera se realizarán simulaciones numéricas del sistema en lazo cerrado, así como pruebas experimentales en sistemas mecánicos y electrónicos. Algunas plataformas de experimentación (sistemas mecánicos y electrónicos) se encuentran en

CITEDI, y algunos sistemas mecatrónicos y mecánicos se encuentran en el laboratorio de investigación de mecatrónica perteneciente a la

facultad de ingeniería en UABC, por lo que se asistirá eventualmente al laboratorio en CITEDI a realizar

experimentos.

### **Objetivos:**

desarrollar e implementar algoritmos de control robusto para resolver el problema de seguimiento de trayectoria en sistemas mecatrónicos, mecánicos y electrónicos, estos algoritmos de control deben funcionar a pesar de presentarse perturbaciones externas en el sistema y tener incertidumbre paramétrica en el modelado.

### **Metodología:**

La metodología será la siguiente, primeramente, abordaremos el modelado de sistemas mecánicos incluidos robots manipuladores (utilizando la metodología de Euler-Lagrange) y también sistemas electrónicos. Después se diseñarán controladores robustos para sobrellevar perturbaciones externas e incertidumbres paramétricas en el modelo del sistema. Posteriormente diseñaremos pruebas de estabilidad en lazo cerrado utilizando herramientas de Lyapunov, las cuales nos garantizarán convergencia asintótica de los errores de seguimiento a cero, o en su defecto intentaremos lograr convergencia en tiempo finito de los errores de seguimiento a cero. El tipo de investigación que se realizará para el proyecto es: Teórica-Aplicada.

### **Bibliografía:**

- [1] G. Du, B. Zhang, C. Li, B. Gao, and P. X. Liu, "Natural human-machine interface with gesture tracking and cartesian platform for contactless electromagnetic force feedback," IEEE Transactions on Industrial Informatics, vol. 16, no. 11, pp. 6868-6879, 2020.
- [2] A. H. Khan, S. Li, D. Chen, and L. Liao, "Tracking control of redundant mobile manipulator: An rnn based metaheuristic approach," Neurocomputing, vol. 400, pp. 272-284, 2020.
- [3] H. J. Lee and S. Brell-Cokcan, "Cartesian coordinate control for teleoperated construction machines," Construction Robotics, vol. 5, no. 1, pp. 1-11, 2021.
- [4] S. Rafique, M. Najam-ul Islam, M. Shafique, and A. Mahmood, "Cartesian control of sitto-stand motion using head position feedback," Applied Bionics and Biomechanics, vol. 2020, 2020.
- [5] G. Xin, W. Wolfslag, H.-C. Lin, C. Tiseo, and M. Mistry, "An optimization-based locomotion controller for quadruped robots leveraging cartesian impedance control," Frontiers in Robotics and AI, vol. 7, p. 48, 2020.
- [6] Lefeber AAJ (2000) Tracking control of nonlinear mechanical systems. Eindhoven, The Netherlands: universiteit Twente Enschede.
- [7] Choi Y and Chung WK (2004) PID trajectory tracking control for mechanical systems, volume 298. Berlin, Heidelberg, Germany: Springer Science & Business Media.
- [8] Hu X, Wei X, Zhang H, Han J and Liu X (2019) Robust adaptive tracking control for a class of mechanical systems with unknown disturbances under actuator saturation. International Journal of Robust and Nonlinear Control 29(6): 1893-1908.
- [9] Zhang M, Ma X, Rong X, Tian X and Li Y (2016) Adaptive tracking control for double-pendulum overhead cranes subject to tracking error limitation, parametric uncertainties and external disturbances. Mechanical Systems and Signal Processing 76:15-32.
- [10] Sun G and Ma Z (2017) Practical tracking control of linear motor with adaptive fractional order terminal sliding mode control. IEEE/ASME Transactions on Mechatronics 22(6): 2643-2653.
- [11] Utkin V, Guldner J and Shi J (2017) Sliding mode control in electromechanical systems. Boca Raton, Florida, USA: CRC press.
- [12] Ren X, Lewis FL and Zhang J (2009) Neural network compensation control for mechanical systems with

disturbances. Automatica 45(5): 1221-1226.

[13] Kohn-Rich S and Flashner H (2001) Robust fuzzy logic tracking control of mechanical systems. Journal of the Franklin Institute 338(2-3): 353-370.

[14] Yuan WX, Sun W, Liu ZG and Zhang FX (2019) Adaptive fuzzy tracking control of stochastic mechanical system with input saturation. International Journal of Fuzzy Systems 21: 2600-2608.

## METAS Y CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

### Descripción de Metas:

| No. | Metas                                                                                                                                                         |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   | PUBLICAR DOS ARTICULOS EN REVISTAS INDEXADAS JCR, EN ESTAS PUBLICACIONES PARTICIPARÁN AL MENOS DOS DE LOS INVESTIGADORES Y/O PROFESORES ASOCIADOS AL PROYECTO |
| 2   | GRADUAR A UN ALUMNO DE MAESTRÍA                                                                                                                               |

### Descripción de Actividades Bimestrales:

| No. | Descripción de Actividades               | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|-----|------------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
| 1   | GRADUAR A UN ALUMNO DE MAESTRÍA          | X | X | X | X |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 2   | PUBLICAR UN ARTÍCULO EN REVISTA JCR      | X | X | X | X | X | X | X |   |   |    |    |    |
| 3   | PUBLICAR SEGUNDO ARTÍCULO EN REVISTA JCR |   |   |   |   | X | X | X | X | X | X  | X  | X  |

**INSTITUCIONES PARTICIPANTES**

**Proyecto Interinstitucional:**

| Instituciones                         | Tipo                 |
|---------------------------------------|----------------------|
| INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL-CITEDI | UNIVERSIDAD NACIONAL |
|                                       | 0                    |
|                                       | 0                    |

**Fondos Concurrentes:**

| Monto | Tipo | Fuente |
|-------|------|--------|
| 0     |      |        |
| 0     |      |        |
| 0     |      |        |

**Recursos Materiales y Financieros Requeridos:**

NINGUNO

**Agrego Archivo Anexo: NO**

RAUL RASCON CARMONA  
Responsable Técnico

ALVARO GONZALEZ ANGELES  
Líder del Cuerpo Académico

Johanna Pamela Morales Bustamante  
Responsable Administrativo