



Programa de asignatura por competencias de educación superior

Sección I. Identificación del Curso

Tabla 1. Identificación de la Planificación del Curso.

Actualización:	Marzo 12, 2024				
Carrera:	Ingeniería Mecatrónica		Asignatura:	Micro robótica	
Academia:	Control /		Clave:	19SMERO03	
Módulo formativo:	Especialidad		Seriación:	- -	
Tipo de curso:	Presencial		Prerrequisito:	19SME15 - Robótica	
Semestre:	Séptimo	Créditos:	4.50	Horas semestre:	72 horas
Teoría:	3 horas	Práctica:	1 hora	Trabajo indpt.:	0 horas
				Total x semana:	4 horas

Sección II. Objetivos educativos

Tabla 2. Objetivos educativos

Objetivos educativos		Criterios de desempeño	Indicadores
1	El egresado solucionará problemas del entorno laboral en el que se desempeñe, mediante el uso de conocimientos técnicos adquiridos para la identificación, desarrollo innovador, aplicación y control de las posibles soluciones, utilizando sus habilidades en mecánica, electrónica, control y automatización para dar el resultado adecuado según las condiciones del problema.	El egresado aplicará las técnicas y metodologías para la identificación de problemas referentes a su entorno laboral, proponiendo soluciones creativas e innovadoras para los mismos.	% de alumnos que implementan diversidad de técnicas y metodologías para identificar problemas en su entorno laboral.
2	El egresado diseñará, mejorará o mantendrá de forma eficiente y sustentable equipos que cubran adecuadamente las diferentes necesidades del ámbito laboral, utilizando sus competencias técnicas de diseño, con sus conocimientos de materiales, control y procesos para lograr la mejor solución innovadora de la necesidad planteada.	El egresado fundamentará documentalmente la solución a problemas, desde la identificación hasta su resolución.	% de egresados que diseñan, mejoran o dan mantenimiento a equipos.
3	El egresado generará relaciones interpersonales y profesionales de otras áreas, para desarrollar habilidades técnicas, administrativas y colaborativas en el desarrollo de proyectos mecatrónicos.	El egresado desarrollará canales de comunicación y de gestión con departamentos y áreas relacionadas con los proyectos que lidera y coordina.	% de egresados que participan en más de un departamento y/o área por proyecto con las que se relaciona.



Atributos de egreso de plan de estudios		Criterios de desempeño	Componentes
1	Identificar y resolver problemas en el campo de la mecatrónica aplicando los principios de las ciencias básicas como la matemáticas y física, así como otras ciencias de la ingeniería.	- Comprenderá el funcionamiento y modelado de sistemas de control a procesos electromecánicos aplicados en la robótica.	1. Control de robots. 1.1. Conceptos de control. 1.1.1. Familiarización con el sistema físico a controlarse. 1.1.2 Modelado dinámico. 1.1.3 Especificaciones de control. 1.1.4 Control de movimiento de robots manipuladores. 1.2. Fundamentos matemáticos del control de robots manipuladores. 1.2.1 Fundamentos del álgebra lineal. 1.2.2 Puntos de equilibrio. 1.2.3 Estabilidad en el sentido de Lyapunov. 1.2.3.1 El concepto de equilibrio. 1.2.3.2 Definición de estabilidad. 1.2.3.3 Funciones de Lyapunov. 1.2.3.4 Método directo de Lyapunov.
2	Desarrollar procesos y productos industriales desde un enfoque mecánico, electrónico, robótico, automatización y control, utilizando el juicio ingenieril para establecer conclusiones.	- Aprenderá y aplicará modelos matemáticos a través de simuladores y sistemas robóticos para identificar y proponer soluciones en aplicaciones industriales de robots manipuladores.	2. Control de posición del robot manipulador (P y PD compensada de gravedad). 2.1. Control P con retroalimentación de velocidad y Control PD. 2.1.1. Robots sin el término de la gravedad. 2.1.2. Robots con el término de la gravedad. 2.1.2.1. Equilibrio único. 2.1.2.2. Acotamiento del error de posición y de la velocidad.
3	Aportar soluciones creativas a problemas de ingeniería mecatrónica de manera autónoma y en equipo.	- Creará soluciones eficientes y creativas para problemas industriales, utilizando conocimientos, habilidades y técnicas de control de robots manipuladores.	3. Control de posición del robot manipulador (PD compensada precalculada de gravedad y PID). 3.1. Control PD con compensación precalculada de gravedad.



Continuación: Tabla 2. Objetivos educativos (continuación)			
No.	Atributos de egreso de plan de estudios	Criterios de desempeño	Componentes
		- Generará relaciones interpersonales y profesionales en las diferentes áreas que conforman la robótica industrial; para crear habilidades administrativas y colaborativas en el desarrollo de proyectos robóticos.	3.1.1. Acotamiento de errores de posición y de la velocidad. 3.1.2. Equilibrio único. 3.1.3. Estabilidad asintótica global. 3.1.4. Función de Lyapunov para estabilidad asintótica global. 3.2. Control PID. 3.2.1 Función candidata de Lyapunov. 3.2.2 Derivada temporal de la función candidata de Lyapunov. 3.2.3 Estabilidad asintótica. 3.2.4 Procedimiento de sintonía. 4. Control de movimiento. 4.1. Control por precompensación y Control PD con precompensación. 4.1.1 Control por precompensación. 4.1.2 Control PD con precompensación. 4.1.2.1 Equilibrio único. 4.1.2.2 Estabilidad asintótica global. 4.2. Control PD+ y Control PD con compensación. 4.2.1 Control PD+. 4.2.1.1 Función de Lyapunov para estabilidad asintótica. 4.2.2 Control PD con compensación. 4.2.3 Conclusiones. 4.3. Control Par-Calculado y Control Par-Calculado+. 4.3.1 Control Par-Calculado. 4.3.2 Control Par-Calculado+.

Sección III. Atributos de la asignatura

Tabla 3. Atributos de la asignatura

Problema a resolver		
Evaluar, seleccionar y aplicar eficientemente los fundamentos y herramientas del control de robots manipuladores para la solución de problemas de ingeniería.		
Atributos (competencia específica) de la asignatura		
Conocer e implementar los métodos de control de robots manipuladores.		
Aportación a la competencia específica		Aportación a las competencias transversales
Saber	Saber hacer	Saber Ser
- Conocer los fundamentos básicos del control de robots manipuladores, así como de los sistemas de robóticos. - Conocer el modelado dinámico a partir de herramientas matemáticas de diferentes representaciones de robots manipuladores. - Identificar herramientas para el diseño de control de posición y movimiento de robots manipuladores.	- Manejar los sistemas y conceptos básicos del control de robots manipuladores. - Establecer la importancia del control del sistema dinámico de robots en la ingeniería. - Usar de manera asertiva los distintos métodos y herramientas para el diseño de controladores de sistemas robóticos. - Implementar los conocimientos adquiridos en casos prácticos. - Manejar métodos para la resolución de sistemas de control complejos. - Diseñar sistemas de control robóticos óptimos.	- Trabajo colaborativo y comunicación interpersonal. - Puntualidad y responsabilidad. - Creatividad y resolución de problemas. - Trabajo en equipo. - Actitud autocrítica.
Producto integrador de la asignatura, considerando los avances por unidad		
Portafolio de evidencias donde se contemplan actividades: tareas, los mapas mentales y/o conceptuales, uso de software para simulación y reporte de una práctica de control de un proceso en tiempo real.		

Sección IV. Desglose específico por cada unidad formativa

Tabla 4.1. Desglose específico de la unidad "Introducción al control de robots manipuladores y sus fundamentos matemáticos."

Número y nombre de la unidad: 1. Introducción al control de robots manipuladores y sus fundamentos matemáticos.					
Tiempo y porcentaje para esta unidad:		Teoría:	6 horas	Práctica:	4 horas
Aprendizajes esperados:		Comprender y aplicar los fundamentos de modelados de robots manipuladores para su control.			
Temas y subtemas (secuencia)	Criterios de desempeño	Estrategias didácticas	Estrategias de evaluación	Producto Integrador de la unidad (Evidencia de aprendizaje de la unidad)	
1. Control de robots. 1.1. Conceptos de control. 1.1.1. Familiarización con el sistema físico a controlarse. 1.1.2 Modelado dinámico. 1.1.3 Especificaciones de control. 1.1.4 Control de movimiento de robots manipuladores. 1.2. Fundamentos matemáticos del control de robots manipuladores. 1.2.1 Fundamentos del algebra lineal. 1.2.2 Puntos de equilibrio. 1.2.3 Estabilidad en el sentido de Lyapunov. 1.2.3.1 El concepto de equilibrio. 1.2.3.2 Definición de estabilidad. 1.2.3.3 Funciones de Lyapunov. 1.2.3.4 Método directo de Lyapunov.	Saber: - Conocer los fundamentos he importancia del modelado dinámico de robots manipuladores, así como la importancia del control en la robótica. Saber hacer: - Usar modelos dinámicos de sistemas robóticos para la representación de su comportamiento en función del espacio de trabajo o condiciones físicas. Ser: Trabajo colaborativo, comunicación efectiva y autonomía en el aprendizaje.	Estrategia Pre-instruccionales: - Identificar conocimiento previo. Estrategia Co-instruccionales: - Exposición del docente con ayuda de herramientas didácticas/electrónicas. - Identificación de la información respecto a los contenidos propuestos en la unidad. - Uso de herramientas electrónicas para apoyo didáctico. Estrategia Post-instruccionales: - Elaboración de mapas mentales y/o conceptuales. Resolución de dinámicas, tareas, trabajos y/o actividades. - Uso de software para simulación por	Evaluación diagnóstica: - Examen de diagnóstico por medio de un cuestionario escrito o en una plataforma digital. Evaluación formativa: - Actividades y tareas de aprendizaje como mapas mentales y/o conceptuales. Evaluación Sumativa: - Examen teórico sobre un caso de estudio popular de un robot manipulador, cinemática y dinámica.	Portafolio de evidencias donde se contemplan las actividades, tareas, los mapas mentales y/o conceptuales, uso de software para simulación por computadoras un sistema de control de robots manipuladores.	



Continuación: Tabla 4.1. Desglose específico de la unidad "Introducción al control de robots manipuladores y sus fundamentos matemáticos."

Temas y subtemas (secuencia)	Criterios de desempeño	Estrategias didácticas	Estrategias de evaluación	Producto Integrador de la unidad
		computadoras sobre los subtemas vistos y aprendidos en la unidad.		

Bibliografía

- Kelly, R.; Santibáñez, V. (2003). Control de Movimiento de Robots Manipuladores. México: Pearson Education.
- Spong, M.W.; Vidyasagar, M. (2008). Robot Dynamics and Control. USA: Wiley India Pvt.
- Barrientos, A.; Cruz, A.B.; Peñín, L.F.; Balaguer, C. (2007). Fundamentos de robótica. México: McGraw-Hill.
- Marco A.; Pérez, E. A.; Navarro, D. (2014). Fundamentos de robótica y mecatrónica con MATLAB y Simulink. México: Alfaomega: Ra-Ma.
- Cortés, F.R. (2011). Robótica: Control de Robots Manipuladores. México: Alfaomega.

Sección IV. Desglose específico por cada unidad formativa

Tabla 4.2. Desglose específico de la unidad "Control de posición del robot manipulador (P y PD compensada de gravedad)."

Número y nombre de la unidad:		2. Control de posición del robot manipulador (P y PD compensada de gravedad).					
Tiempo y porcentaje para esta unidad:		Teoría:	6 horas	Práctica:	4 horas	Porcentaje del programa:	13.89%
Aprendizajes esperados:		Comprender la importancia del control P y PD compensada de gravedad, de posición de robots.					
Temas y subtemas (secuencia)		Criterios de desempeño	Estrategias didácticas	Estrategias de evaluación	Producto Integrador de la unidad (Evidencia de aprendizaje de la unidad)		
2. Control de posición del robot manipulador (P y PD compensada de gravedad). 2.1. Control P con retroalimentación de velocidad y Control PD. 2.1.1. Robots sin el término de la gravedad. 2.1.2. Robots con el término de la gravedad. 2.1.2.1. Equilibrio único. 2.1.2.2. Acotamiento del error de posición y de la velocidad. 2.2. Control PD con compensación de gravedad. 2.2.1. Función de Lyapunov para estabilidad asintótica global.		Saber: - Entender la importancia y fundamentos del control P y PD en el control de posición de robots manipuladores, al igual que las condiciones de robustez de los mismos. Saber hacer: - Implementar control P Y PD compensado de gravedad como medio de control de posición de robots manipuladores. Ser: Trabajo colaborativo, comunicación efectiva y autonomía en el aprendizaje.	Estrategia Pre-instruccionales: - Rescatar conocimiento previo. Estrategia Co-instruccionales: - Exposición del docente con ayuda de herramientas didácticas electrónicas. - Identificación de la información respecto a los contenidos propuestos en la unidad. - Uso de herramientas electrónicas para apoyo didáctico. Estrategia Post-instruccionales: - Uso de software para simulación por computadoras sobre los subtemas vistos y aprendidos en la unidad. - Elaboración de mapas mentales y/o conceptuales.	Evaluación diagnóstica: - Examen de diagnóstico por medio de un cuestionario escrito o en una plataforma digital. Evaluación formativa: - Actividades y tareas de aprendizaje como mapas mentales y/o conceptuales. - Uso de software para simulación por computadora para análisis de un sistema de control P y PD compensado de gravedad a un robot manipulador. Evaluación Sumativa: - Examen teórico aplicado en el parcial. - Portafolio de evidencias.	Portafolio de evidencias donde se contemplan las actividades, tareas, los mapas mentales y/o conceptuales, uso de software para simulación por computadoras un sistema de control de robots manipuladores.		



Continuación: Tabla 4.2. Desglose específico de la unidad "Control de posición del robot manipulador (P y PD compensada de gravedad)."

Temas y subtemas (secuencia)	Criterios de desempeño	Estrategias didácticas	Estrategias de evaluación	Producto Integrador de la unidad
		- Resolución de dinámicas, tareas, trabajos y/o actividades.		

Bibliografía

- Kelly, R.; Santibáñez, V. (2003). Control de Movimiento de Robots Manipuladores. México: Pearson Education.
- Spong, M.W.; Vidyasagar, M. (2008). Robot Dynamics and Control. USA: Wiley India Pvt.
- Barrientos, A.; Cruz, A.B.; Peñín, L.F.; Balaguer, C. (2007). Fundamentos de robótica. México: McGraw-Hill.
- Marco A.; Pérez, E. A.; Navarro, D. (2014). Fundamentos de robótica y mecatrónica con MATLAB y Simulink. México: Alfaomega: Ra-Ma.
- Cortés, F.R. (2011). Robótica: Control de Robots Manipuladores. México: Alfaomega.

Sección IV. Desglose específico por cada unidad formativa

Tabla 4.3. Desglose específico de la unidad "Control de posición del robot manipulador (PD compensada precalculada de gravedad y PID)."

Número y nombre de la unidad:		3. Control de posición del robot manipulador (PD compensada precalculada de gravedad y PID).					
Tiempo y porcentaje para esta unidad:		Teoría:	6 horas	Práctica:	4 horas	Porcentaje del programa:	13.89%
Aprendizajes esperados:		Conocer los fundamentos de PD compensada precalculada de gravedad y PID en los robots manipuladores.					
Temas y subtemas (secuencia)	Criterios de desempeño	Estrategias didácticas	Estrategias de evaluación	Producto Integrador de la unidad (Evidencia de aprendizaje de la unidad)			
3. Control de posición del robot manipulador (PD compensada precalculada de gravedad y PID). 3.1. Control PD con compensación precalculada de gravedad. 3.1.1. Acotamiento de errores de posición y de la velocidad. 3.1.2. Equilibrio único. 3.1.3. Estabilidad asintótica global. 3.1.4. Función de Lyapunov para estabilidad asintótica global. 3.2. Control PID. 3.2.1 Función candidata de Lyapunov. 3.2.2 Derivada temporal de la función candidata de Lyapunov. 3.2.3 Estabilidad asintótica. 3.2.4 Procedimiento de sintonía.	Saber: - Conocer los fundamentos e importancia del control PD compensada precalculada de gravedad y su contraste con el control PID en el control de posición de robots manipuladores. Saber hacer: - Aplicar control PD compensada precalculada de gravedad y PID a sistemas de robots manipuladores. Ser: Trabajo colaborativo, comunicación efectiva y autonomía en el aprendizaje.	Estrategia Pre-instruccionales: - Identificar conocimientos previos. Estrategia Co-instruccionales: - Exposición del docente con ayuda de herramientas didácticas electrónicas. - Identificación de la información respecto a los contenidos propuestos en la unidad. - Uso de herramientas electrónicas para apoyo didáctico. Estrategia Post-instruccionales: - Uso de software para simulación por computadoras sobre los subtemas vistos y aprendidos en la unidad. - Elaboración de mapas mentales y/o conceptuales.	Evaluación diagnóstica: - Examen de diagnóstico por medio de un cuestionario escrito o en una plataforma digital. Evaluación formativa: - Actividades y tareas de aprendizaje como mapas mentales y/o conceptuales. - Uso de software para simulación por computadora para análisis de un sistema de control P y PD compensado de gravedad a un robot manipulador. Evaluación Sumativa: - Examen teórico aplicado en el parcial. - Portafolio de evidencias.	- Portafolio de evidencias donde se contemplan las actividades, tareas, los mapas mentales y/o conceptuales, uso de software para simulación por computadoras un sistema de control de robots manipuladores.			



Continuación: Tabla 4.3. Desglose específico de la unidad "Control de posición del robot manipulador (PD compensada precalculada de gravedad y PID)."

Temas y subtemas (secuencia)	Criterios de desempeño	Estrategias didácticas	Estrategias de evaluación	Producto Integrador de la unidad
		- Resolución de dinámicas, tareas, trabajos y/o actividades.		

Bibliografía

- Kelly, R.; Santibáñez, V. (2003). Control de Movimiento de Robots Manipuladores. México: Pearson Education.
- Spong, M.W.; Vidyasagar, M. (2008). Robot Dynamics and Control. USA: Wiley India Pvt.
- Barrientos, A.; Cruz, A.B.; Peñín, L.F.; Balaguer, C. (2007). Fundamentos de robótica. México: McGraw-Hill.
- Marco A.; Pérez, E. A.; Navarro, D. (2014). Fundamentos de robótica y mecatrónica con MATLAB y Simulink. México: Alfaomega: Ra-Ma.
- Cortés, F.R. (2011). Robótica: Control de Robots Manipuladores. México: Alfaomega.

Sección IV. Desglose específico por cada unidad formativa

Tabla 4.4. Desglose específico de la unidad "Control de movimiento robot manipulador."

Número y nombre de la unidad:		4. Control de movimiento robot manipulador.					
Tiempo y porcentaje para esta unidad:		Teoría:	6 horas	Práctica:	4 horas	Porcentaje del programa:	13.89%
Aprendizajes esperados:		Aprenderá los fundamentos y herramientas para controlar los sistemas dinámicos y control de posición de robots manipuladores.					
Temas y subtemas (secuencia)		Criterios de desempeño	Estrategias didácticas	Estrategias de evaluación	Producto Integrador de la unidad (Evidencia de aprendizaje de la unidad)		
4. Control de movimiento. 4.1. Control por precompensación y Control PD con precompensación. 4.1.1 Control por precompensación. 4.1.2 Control PD con precompensación. 4.1.2.1 Equilibrio único. 4.1.2.2 Estabilidad asintótica global. 4.2. Control PD+ y Control PD con compensación. 4.2.1 Control PD+. 4.2.1.1 Función de Lyapunov para estabilidad asintótica. 4.2.2 Control PD con compensación. 4.2.3 Conclusiones. 4.3. Control Par-Calculado y Control Par-Calculado+. 4.3.1 Control Par-Calculado. 4.3.2 Control Par-Calculado+.		Saber: Identificar los fundamentos y herramientas del control de movimiento en sistemas dinámicos de robots manipuladores, así como su contraste con el control de posición. Saber hacer: Implementar estrategias de control de movimiento a sistemas dinámicos de robots manipuladores. Aplicación de control de la precompensación, y análisis de la estabilidad asintótica del sistema robótico. Además del Control Par.	Estrategia Pre-instruccionales: - Identificar conocimientos previos. Estrategia Co-instruccionales: - Exposición del docente con ayuda de herramientas didácticas electrónicas. - Identificación de la información respecto a los contenidos propuestos en la unidad. - Uso de herramientas electrónicas para apoyo didáctico. Estrategia Post-instruccionales: - Uso de software para simulación por computadoras sobre los subtemas vistos y aprendidos en la unidad. - Elaboración de mapas mentales y/o conceptuales.	Evaluación diagnóstica: - Examen de diagnóstico por medio de un cuestionario escrito o en una plataforma digital. Evaluación formativa: - Actividades y tareas de aprendizaje como mapas mentales y/o conceptuales. - Uso de software para simulación por computadora para análisis de un sistema de control P y PD compensado de gravedad a un robot manipulador. Evaluación Sumativa: - Examen teórico aplicado en el parcial. - Portafolio de evidencias.	- Portafolio de evidencias donde se contemplan las actividades, tareas, los mapas mentales y/o conceptuales, uso de software para simulación por computadoras un sistema de control de robots manipuladores.		



Continuación: Tabla 4.4. Desglose específico de la unidad "Control de movimiento robot manipulador."				
Temas y subtemas (secuencia)	Criterios de desempeño	Estrategias didácticas	Estrategias de evaluación	Producto Integrador de la unidad
	Ser: Trabajo colaborativo, comunicación efectiva y autonomía en el aprendizaje.	- Resolución de dinámicas, tareas, trabajos y/o actividades.		
Bibliografía				
- Kelly, R.; Santibáñez, V. (2003). Control de Movimiento de Robots Manipuladores. México: Pearson Education. - Spong, M.W.; Vidyasagar, M. (2008). Robot Dynamics and Control. USA: Wiley India Pvt. - Barrientos, A.; Cruz, A.B.; Peñín, L.F.; Balaguer, C. (2007). Fundamentos de robótica. México: McGraw-Hill. - Marco A.; Pérez, E. A.; Navarro, D. (2014). Fundamentos de robótica y mecatrónica con MATLAB y Simulink. México: Alfaomega: Ra-Ma. - Cortés, F.R. (2011). Robótica: Control de Robots Manipuladores. México: Alfaomega.				



V. Perfil docente

Tabla 5. Descripción del perfil docente

Perfil deseable docente para impartir la asignatura
Carrera(s): - Ingeniería Mecatrónica. - Ingeniería en Mecánica Electricista. - Ingeniería en Instrumentación. - Ingeniería Electrónica o carrera afín. o carrera afín - Deseable que tenga experiencia en instrumentación y control automático, en programación o mantenimiento de robots, o en mantenimiento industrial. - Experiencia mínima de dos años - Deseable Maestría o Doctorado con especialidad en Control Automático o en Electricidad.