

Cinemática y Dinámica del Robot Industrial Planificación Ciclo lectivo 2026

Correspondiente al diseño curricular de la ordenanza 1901

Plan de estudio 2023

Datos administrativos de la asignatura

Departamento:	Mecánica	Carrera	Ingeniería Mecánica
Asignatura:	Cinemática y Dinámica del Robot Industrial		
Nivel de la carrera	Quinto Año	Duración	53:20 hs
Bloque curricular:	Tecnologías Aplicadas		
Carga horaria presencial semanal:	1:20 hs	Carga Horaria total:	53:20 hs
Carga horaria no presencial semanal (si correspondiese)		% horas no presenciales (si correspondiese)	
Profesor/es Titular/Asociado/Adjunto:	Gustavo Luis Demarco	Dedicación:	Exclusiva
Auxiliar/es de 1º/JTP:		Dedicación:	

Presentación, Fundamentación

El uso del robot industrial caracteriza la tendencia actual en la automatización de los procesos de manufactura. El campo de la robótica puede separarse en cuatro grandes áreas: manipulación mecánica, locomoción, visión por computadora e inteligencia artificial. En esta asignatura se introduce al estudiante a la ciencia y la ingeniería del manipulador mecánico. Esta área de la robótica tiene sus fundamentos en varios campos, siendo los más importantes la mecánica, la teoría de control y la ciencia de la computación. Este curso se enfoca en los aspectos matemáticos y mecánicos del robot industrial.

- **Relación de la asignatura con el perfil de egreso.** La asignatura capacita al estudiante para especificar, proyectar y diseñar un tipo específico de máquina, como lo es un robot



industrial.

- **Relación de la asignatura con los alcances del título.** Diseñar y desarrollar proyectos de máquinas, sistemas mecánicos y sistemas de automatización y control.

Relación de la asignatura con las competencias de egreso de la carrera

Tipo de competencia	Competencia	Capacidad	Nivel de tributación
Específicas	CE1.1: Diseñar y desarrollar proyectos de sistemas mecánicos y sistemas de automatización y control.	Diseñar y desarrollar brazos robóticos industriales	3
	CE1.2: Calcular e implementar tecnológicamente una alternativa de solución.	Calcular e implementar un brazo robótico adecuado para una tarea especificada.	3
Genéricas tecnológicas	CG1: Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.	Identificar actividades susceptibles de automatización por medio de brazo robótico.	3
	CG2: Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería.	Concebir, diseñar y desarrollar un brazo robótico industrial.	2
	CG4: Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería.	Identificar, seleccionar y utilizar técnicas y herramientas para el diseño de un brazo robótico.	3
	CG5: Contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas.	Contribuir a la generación de desarrollos de sistemas de automatización mediante brazos robóticos.	1
Genéricas sociales,	CG6: Desempeñarse de manera efectiva en equipos	Desempeñarse de manera efectiva en equipos de	

Demare

políticas y actitudinales	de trabajo.	ingeniería interdisciplinarios.	3
	CG7: Comunicarse con efectividad.	Comunicarse con efectividad por medio de presentaciones e informes técnicos-científicos.	3
	CG9: Aprender en forma continua y autónoma.	Mantenerse en continua actualización en un área de la ingeniería en constante evolución.	1

Propósito

Brindar las herramientas matemáticas y de programación para el modelado, diseño y seguimiento del movimiento de sistemas robóticos.

Objetivos establecidos en el Diseño Curricular

Transcribir los objetivos establecidos en el DC vigente para la asignatura.

Resultados de aprendizaje

Describir y explicar los Resultados de aprendizaje a promover en el desarrollo de la asignatura. Argumentar su cantidad, sus componentes y la manera en que cada resultado de aprendizaje contribuye al desarrollo de las competencias que aborda la asignatura:

- RA1: Calcula la posición y la orientación de la herramienta de un brazo robótico relativo a la base del mismo en función de las variables de las articulaciones del mismo aplicando conceptos de álgebra y geometría analítica para obtener la cinemática directa del brazo robótico.
- RA2: Calcula los valores que deben tomar las variables de las articulaciones de un brazo robótico cuando se especifica la posición y la orientación de la herramienta del mismo utilizando la cinemática directa calculada en RA1 para obtener la cinemática inversa del brazo robótico.
- RA3: Calcula la posición, velocidad y aceleración en función del tiempo de cada grado de libertad de un brazo robótico utilizando conceptos de mecánica racional para obtener una trayectoria previamente especificada en el espacio de la herramienta de un brazo



robótico.

- RA4: Calcula velocidades y fuerzas estáticas en un brazo robótico utilizando conceptos de mecánica racional y los resultados de RA1 y RA2 para calcular velocidades y especificar los esfuerzos de los distintos eslabones del brazo robótico y de los actuadores en una situación estática del brazo robótico.
- RA5: Calcula las fuerzas y/o torques requeridos para producir un movimiento especificado de un brazo robótico utilizando conceptos de mecánica racional y los resultados RA3 y RA4 para calcular los torques requeridos en los actuadores y los esfuerzos dinámicos de los distintos eslabones del brazo robótico.

Alcanzados estos RA, el alumno estará en condiciones de calcular (CE1.2), diseñar y desarrollar (CE1.1) un sistema mecánico específico (brazo robótico industrial).

Asignaturas correlativas previas

Para cursar debe tener cursada:

- Mecánica Racional

Para cursar debe tener aprobada:

- Fundamentos de Informática

Asignaturas correlativas posteriores

Programa analítico, Unidades temáticas

El programa analítico deberá contemplar los contenidos mínimos, previstos en el diseño curricular vigente, y aquellos que se consideren necesarios para desarrollar los resultados de aprendizaje propuestos.

Explicitar el Programa analítico de la asignatura detallando: Unidades / Ejes temáticos / Contenidos / Carga horaria por unidad / Carga horaria por tipo de formación práctica (si correspondiese).

EJES TEMÁTICOS

1- REPRESENTACIÓN DE LA POSICIÓN Y ORIENTACIÓN (6:40 hs)

Representación de la postura en dos dimensiones. Representación de la postura en tres dimensiones. Representación de la orientación. Combinación de traslaciones y orientaciones.



2- GENERACIÓN DE TRAYECTORIAS (6:40 hs)

Trayectorias unidimensionales suaves. Caso multidimensional. Trayectorias de varios segmentos. Interpolación de la orientación en tres dimensiones. Movimiento cartesiano. Sistemas de coordenadas rotantes. Movimiento incremental.

3- CINEMÁTICA (16:40 hs)

Descripción de un brazo robótico. Cinemática directa. Cinemática inversa. Solución analítica. Solución numérica. Movimiento en el espacio de articulaciones. Movimiento cartesiano. Determinación de los parámetros de Denavit-Hartenberg.

4- VELOCIDADES Y FUERZAS ESTÁTICAS (6:40 hs)

Jacobiano del manipulador. Transformación de velocidades entre sistemas coordenados. Jacobiano en el sistema de referencia de la pinza. Fuerzas estáticas.

5- DINÁMICA Y CONTROL (16:40 hs)

Ecuaciones de movimiento. Matriz de inercia. Matriz de Coriolis. Efecto de la carga útil. Fuerza en la base. Control de las articulaciones. Actuadores. Control de las articulaciones en forma independiente. Compensación por dinámica de cuerpo rígido.

Metodología de enseñanza

Los contenidos teóricos se desarrollarán en la modalidad de aula invertida, de manera que parte de las clases presenciales se dedicarán a discutir aquellos aspectos en que los alumnos presenten dificultades. Por otro lado, al inicio del curso, se forman grupos de estudiantes de no más de cuatro integrantes, asignándose a cada grupo la geometría de un brazo robótico. Los conocimientos teóricos que se van adquiriendo se aplican por etapas (una etapa por cada resultado de aprendizaje) a lo largo del desarrollo del curso al diseño mecánico del caso asignado y a la programación de una actividad de dicho brazo robótico.

Las actividades prácticas se desarrollarán en forma asincrónica en el entorno de programación que ofrece el lenguaje de programación Python, resolviendo en las clases presenciales las dificultades y problemas que surjan en el desarrollo de las actividades prácticas. Para esto es necesario que cada grupo disponga al menos de una computadora (preferentemente portátil para poder trabajar con ella en la clase presencial) con Python instalado. El docente por su lado utilizará en las clases presenciales una computadora con Python instalado, un proyector, pizarra y marcador o tiza. El cronograma de actividades estará especificado en el aula virtual del curso, a través de la cual se canalizará la entrega de los informes correspondientes a cada etapa del desarrollo de la actividad práctica.

Recomendaciones para el estudio

El diseño mecánico de un brazo robótico implica un uso intensivo de conocimientos previos de mecánica racional, por lo que se sugiere que los alumnos refresquen sus conocimientos de esa



asignatura. A su vez, la implementación de la solución del problema asignado requiere de un dominio moderado del lenguaje de programación Python, que los alumnos pueden adquirir en paralelo al cursado de esta asignatura. Por otro lado, toda la bibliografía utilizada está en inglés, por lo que se recomienda que los alumnos hayan cursado las asignaturas de idioma inglés que les permita la lectura de inglés técnico.

Metodología de evaluación

- **Evaluación de cada Resultado de Aprendizaje.** Cada resultado de aprendizaje se corresponde con una etapa del diseño mecánico de un brazo robótico. Para ser evaluado en cada una de estas etapas el alumno debe realizar un trabajo práctico (TP) donde confecciona un programa escrito en Python que implemente los cálculos de esa etapa.

- **Condiciones de aprobación:**

a) Aprobación no directa: realizar y aprobar las evaluaciones correspondientes a los tres primeros resultados de aprendizaje. Elaborar un informe técnico donde se expliquen los cálculos y la utilización del código desarrollado para cada uno de los resultados de aprendizaje aprobados.

b) Aprobación directa: realizar y aprobar las evaluaciones correspondientes a todos los resultados de aprendizaje. Elaborar un informe técnico donde se expliquen los cálculos y la utilización del código desarrollado para la aprobación de cada uno de los resultados de aprendizaje.

- **Rúbricas**

Criterios de evaluación	No competente		Competente		Avanzado
	0% - 20%	30% - 50%	60% - 70%	80% - 90%	100%
Falta de entendimiento conceptual del problema	X				
Evidencia de entendimiento conceptual pero equivocación o mal uso de fórmulas y ecuaciones principales		X			
Entendimiento conceptual, uso correcto de fórmulas y ecuaciones principales, pero incorrecto uso de ecuaciones secundarias			X		

Demare

Entendimiento conceptual y ecuaciones correctas pero con errores aritméticos menores				X	
Entendimiento conceptual, respuestas numéricas correctas e interpretación correcta de resultados					X
Se considerará para la asignación de la nota la nomenclatura y terminología aplicada, exactitud de las explicaciones acerca de la metodología desarrollada, calidad de la redacción y estructura de los informes técnicos y la utilización de herramientas informáticas para la resolución del problema.					

Cronograma de clases/trabajos prácticos/exámenes (tentativo)
TODAS LAS CLASES SON TEÓRICO - PRÁCTICAS ● Clases 1 a 5: Unidad 1 ● Clase 6: Entrega del trabajo práctico 1 (TP1) ● Clases 7 a 12: Unidad 2 ● Clase 13: entrega TP2 ● Clases 14 a 19: Unidad 3 ● Clase 20: entrega TP3 ● Clases 21 a 25: Unidad 4 ● Clase 26: entrega TP4 ● Clases 27 a 30: Unidad 5 ● Clase 31: entrega TP5 e informe final.

Recursos necesarios
Detallar los recursos necesarios para el desarrollo de la asignatura. Considerar todos los aspectos docentes, institucionales y estudiantiles de manera de conocer y planificar, con

Demare

previsión, las necesidades para alcanzar los Resultados de Aprendizaje previstos incluyendo, entre otros, los siguientes ítems:

- Espacios Físicos: un aula y PC, una para el docente y una para cada grupo de estudiantes.
- Recursos tecnológicos de apoyo: aula virtual, proyector, Python instalado en las PC del aula.

Referencias bibliográficas (citadas según Normas APA)

a) Obligatoria:

- Introduction to Robotics, 3º edición, John Craig, Pearson Education, 2004
- Robotics, Vision and Control, Fundamental Algorithms in Python, 3º edición, Peter Corke, Springer, 2023

b) Complementaria:

- Robot Modelling and Control, Spong, Hutchinson y Vidyasagar, Wiley, 2005

Función Docencia

Reuniones de asignatura y área

Atención y orientación a las y los estudiantes

Demare

Demare

ANEXO 1: FUNCIÓN INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN (si corresponde)

Lineamientos de Investigación de la cátedra

--

Lineamientos de Extensión de la cátedra

--

Actividades en las que pueden participar las y los estudiantes

--

Demare