

**Profesores:** Claudia Pincheira R., Daniel Calabi G.**Horario:** W: 5,6

**I) Descripción:** Este curso tiene por objetivo capacitar al alumno en el diseño de sistemas robóticos utilizando los conocimientos adquiridos en el Major en Sistemas Autónomos y Robóticos e integrando los fundamentos de las tres disciplinas que intervienen en dichos sistemas: mecánica, electrónica y computación. El curso busca fomentar la innovación y emprendimiento de los alumnos a través del desarrollo de un proyecto integrador que resuelva alguna necesidad actual de la industria y/o la sociedad. El alumno estudiará el proceso de diseño desde la fase de planificación hasta la construcción, aprenderá a modelar y simular sistemas robóticos, evaluará alternativas de diseño y seleccionará componentes de hardware como sensores, actuadores y computadores embebidos para control. Según los requerimientos del proyecto asignado, también será capaz de integrar los algoritmos para procesamiento e interpretación de información sensorial, percepción visual, control de movimientos, planificación de trayectorias, localización, navegación, evasión de obstáculos y otras capacidades de autonomía.

**II) Pre-requisitos:** IRB2001 Fundamentos de Robótica.

**III) Objetivos:**

1. Capacitar a los alumnos en el diseño y construcción de sistemas robóticos capaces de resolver un determinado problema o necesidad de forma novedosa e innovadora, aplicando conocimientos adquiridos en cursos de mecánica, electrónica y computación, junto con la investigación del estado del arte de las posibles soluciones.
2. Entregar conocimientos fundamentales sobre la integración de sistemas mecánicos, sensores, actuadores, electrónica y software que conforman un sistema robótico.
3. Exponer a los alumnos a los desafíos de planificación, diseño, desarrollo e integración de subsistemas que presenta la construcción de un sistema robótico autónomo con recursos y tiempo limitados.
4. Desarrollar habilidades analíticas, creativas y prácticas de construcción de prototipos necesarias para la implementación de sistemas robóticos reales.
5. Capacitar a los alumnos en la formulación de propuestas formales de proyectos tecnológicos y de documentación de su implementación y operación cumpliendo con los estándares vigentes.

**IV) Resultados según los Objetivos del Curso:**

Al final del curso el alumno será capaz de:

1. Diseñar, simular y construir sistemas robóticos y sus componentes.
2. Verificar a través de simulaciones y pruebas con los prototipos construidos que el sistema cumple las especificaciones de diseño y los estándares correspondientes.
3. Evaluar el diseño propuesto del sistema robótico utilizando modelos y simulaciones.
4. Comprender el funcionamiento de distintos componentes de hardware (computadores embebidos, actuadores, sensores, etc.), así como seleccionar los más adecuados de acuerdo a los requerimientos de la aplicación particular.
5. Implementar algoritmos para control del sistema robótico en un microcontrolador o computador embebido.
6. Verificar experimentalmente que el sistema cumple los estándares y especificaciones de diseño.
7. Formular soluciones de ingeniería a problemas específicos presentes en el desarrollo de sistemas robóticos autónomos.
8. Tener una visión de los últimos avances técnicos de la robótica, sus desafíos y las perspectivas de su desarrollo futuro.

**V) Contenidos:**

1. Formulación de propuestas de proyectos.
2. Revisión de los fundamentos teórico-prácticos del diseño de sistemas robóticos:
  - a. Fundamentos generales del diseño (consideraciones técnicas y organizativas).
  - b. Prototipado electrónico y mecánico.
  - c. Preparación de planos y manuales según estándares de ingeniería.
3. Diseño, simulación e implementación de un sistema robótico o sus componentes.

**VI) Metodología:** Los alumnos formarán grupos de tres integrantes. La evaluación del aprendizaje se realizará a partir de entregas parciales asociadas a cada etapa de un proyecto grupal de diseño y desarrollo de un sistema robótico. Cada entrega parcial tendrá asociada un informe técnico y/o presentación de los avances realizados.

**VII) Programación del curso:**

<b>Etapa</b>	<b>Duración</b>	<b>Actividades</b>	<b>Fecha</b>
Definición del proyecto	3 semanas	Entrega Tarea 1: Identificación de desafíos	14-08-2019
		Taller 1: Formulación de propuesta	14-08-2019
		Entrega Tarea 2: Formulación y estándares	21-08-2019
Planificación y Diseño	3 semanas	Taller 2: Planificación y Diseño	21-08-2019
		Entrega Tarea 3: Diseño de Alto Nivel	28-08-2019
		Reunión de realimentación	04-09-2019
		Reunión de realimentación	11-09-2019(*)
		Entrega Tarea 4: Diseño de Bajo Nivel	11-09-2019
		Entrega Tarea 5: Planificación	11-09-2019
Prototipo Modular	3 semanas	Taller 3: Prototipado electrónico y mecánico	Por fijar
		Presentación de Avance Prototipo Modular	25-09-2019
		Reunión de realimentación	02-10-2019
		Entrega Informe de Avance 1	09-10-2019
		Presentación Prototipo Modular	09-10-2019
Prototipo Integrado	4 semanas	Reunión de realimentación	16-10-2019
		Presentación de Avance Prototipo Integrado	23-10-2019
		Reunión de realimentación	30-10-2019
		Entrega Informe de Avance 2	06-11-2019
		Presentación Prototipo Integrado	06-11-2019
Producto y Documentación	4 semanas	Taller 4: Elaboración de manuales	13-11-2019
		Presentación de Avance Prototipo Final	20-11-2019
		Entrega Informe Final	04-12-2019
		Presentación Final	04-12-2019

(\*): Dadas las actividades que se desarrollan este día, es posible cambiar esta reunión a otro horario de la misma semana.

Para mayor especificidad en los contenidos de cada etapa y actividad referirse al Anexo A del programa.

**VIII) Evaluación:**

La nota final (NF) se calcula como:

$$NF = 0.25 * DP + 0.2 * PM + 0.2 * PI + 0.3 * PF + 0.05 * NP$$

$$\text{if } PF < 4.0; \quad NF = \min\{NF; 3.9\}$$

Donde:

- **DP** es la nota obtenida en la definición, planificación y diseño del proyecto (etapas 1 y 2 del curso) que corresponde al promedio de las 5 tareas. La nota de cada tarea se calcula según:

$$NT = 6 * \frac{\text{Puntaje obtenido}}{\text{Puntaje total}} + 1 - \text{Descuentos}$$

En donde Descuentos representa descuentos por atraso, por no seguir instrucciones y/o por presentación desprolija (no cumple con una redacción técnica correcta y/o con estándares mínimos de rigurosidad, como poner referencias cuando corresponde, mostrar gráficos claros y legibles con las unidades pertinentes, no presentar faltas ortográficas y gramaticales, entre otras).

- **PM** corresponde a la nota obtenida en la etapa de Prototipado Modular que se calcula según:

$$PM = 0.2 * \text{PresentaciónAvancePM} + 0.3 * \text{InformePM} + 0.5 * \text{PresentaciónPM}$$

- **PI** corresponde a la nota obtenida en la etapa de Prototipo Integrado que se calcula como:

$$PI = 0.2 * \text{PresentaciónAvancePI} + 0.3 * \text{InformePI} + 0.5 * \text{PresentaciónPI}$$

- **PF** corresponde a la nota de la etapa de Producto Final y se calcula según:

$$PF = 0.15 * \text{PresentaciónAvancePF} + 0.35 * \text{InformeFinal} + 0.5 * \text{PresentaciónFinal}$$

$$\text{if } \text{PresentaciónFinal} < 4.0; \quad PF = \min\{PF; 3.9\}$$

$$\text{if } \text{InformeFinal} < 4.0; \quad PF = \min\{PF; 3.9\}$$

**Es requisito que el proyecto funcione y cumpla con las especificaciones para que la Presentación Final sea mayor o igual a 4.0.**

- **NP** corresponde a la nota de participación en el curso. Está definida por la asistencia a presentaciones, talleres y reuniones (NA), una evaluación de pares (NC), una evaluación de los profesores (NPr) y la cantidad de veces en que fue respondida la Encuesta de Carga Académica a lo largo del semestre (NE):

$$NP = 0.25 * NA + 0.25 * NC + 0.2 * NPr + 0.3 * NE$$

**IX) Aspectos Administrativos:**

**COMPROMISO DEL CODIGO DE HONOR**

Este curso adscribe el Código de Honor establecido por la Pontificia Universidad Católica de Chile el que es vinculante. Todo trabajo evaluado en este curso debe ser propio. En caso de que exista colaboración permitida con otros estudiantes, el trabajo deberá referenciar y atribuir correctamente dicha contribución a quien corresponda. Como estudiante es su deber conocer la versión en línea del Código de Honor (<http://www.uc.cl/codigodehonor/el-codigo>).

(1) En el uso de equipamiento del laboratorio se aplican las siguientes normas:

Sobre los daños de equipamiento/instalaciones:

1. Reparaciones de daños o desperfectos por desgaste o fin de vida útil, serán pagados por el departamento.
2. Reparaciones de daños por negligencia o uso indebido por parte del estudiante deberán ser pagados por el estudiante.
3. En caso que no se pueda establecer la responsabilidad de los daños, las responsabilidades serán evaluadas y determinadas por el Consejo Departamental.

Sobre las responsabilidades del estudiante:

1. El alumno es responsable de conocer y entender la operación del equipamiento y las instalaciones mediante la lectura de la documentación pertinente disponible a pedido y consultas al profesor.
2. El alumno es responsable de los daños que resulten de su operación descuidada, negligente, o desinformada, aunque no exista la intención explícita de causar daños o perjuicios al equipamiento o infraestructura del Departamento.

(2) La inasistencia a entregas deberá ser justificada mediante certificado médico autorizado por la Subdirección de Asuntos Estudiantiles. Inasistencias a más de un control o entrega serán evaluadas con nota 1.0.

**X) Bibliografía:****Mínima:**

- [1] M. Torres. *Diseño de Sistemas Robóticos – Apuntes del Curso*, Santiago, Chile, 2012.
- [2] R. A. Walsh. *Electromechanical Design Handbook*, 3a ed., McGraw-Hill, New York, 2000.

**Complementaria:**

- [3] B. Siciliano, L. Sciavicco, L. Villani, G. Oriolo. *Robotics: Modelling, Planning and Control*, 2a ed., Springer, febrero, 2011.
- [4] R. Siegwart, I. R. Nourbakhsh. *Introduction to Autonomous Mobile Robots (Intelligent Robotics and Autonomous Agents)*, MIT Press, abril, 2004.
- [5] T. Braunl. *Embedded Robotics: Mobile Robot Design and Applications With Embedded Systems*, Springer-Verlag, septiembre, 2003.
- [6] H. Choset, K. M. Lynch, S. Hutchinson, G. Kantor, W. Burgard, L. E. Kavraki, S. Thrun, *Principles of Robot Motion: Theory, Algorithms, and Implementations (Intelligent Robotics and Autonomous Agents)*, MIT Press, junio, 2005.
- [7] J.M. Holland. *Designing Autonomous Mobile Robots: Inside the Mind of an Intelligent Machine*, Newnes, diciembre, 2003.
- [8] G. Dudek, M. Jenkin. *Computational Principles of Mobile Robotics*, Cambridge University Press, 2000.
- [9] H. R. Everett. *Sensors for Mobile Robots: Theory and Application*, AK Peters, Ltd., junio, 1995.
- [10] I. J. Cox, G. T. Wilfong. *Autonomous Robot Vehicles*, Springer-Verlag, septiembre, 1990.
- [11] R. D. Klafter, T. A. Chmielewski, M. Negin. *Robotic engineering: An Integrated Approach*, Prentice Hall, abril, 1989.
- [12] J. M. Angulo, S. Romero, I. Angulo. *Microbótica: Tecnología, Aplicaciones y Montaje Práctico*, Paraninfo, 1999.
- [13] M. Groover. *Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes and Systems*, 4a ed., Wiley, enero, 2011.
- [14] K. Ulrich, S. Eppinger. *Product Design and Development*, 5a ed., McGraw-Hill, mayo, 2011.
- [15] R. Thompson. *Prototyping and Low-Volume Production*, Thames & Hudson, abril, 2011.
- [16] R. Thompson. *Manufacturing Processes for Design Professionals*, Thames & Hudson, noviembre, 2007.
- [17] J.E. Carryer, M. Ohline, T. Kenny. *Introduction to Mechatronic Design*, Prentice Hall, diciembre, 2010.
- [18] D. Shetty, R. A. Kolk. *Mechatronics System Design*, 2a ed., CL-Engineering, junio, 2010.
- [19] C. Dym, P. Little. *Engineering Design: A Project Based introduction*, 3a ed., Wiley, agosto, 2008.
- [20] G. Chryssolouris. *Manufacturing Systems: Theory and Practice*, 2a ed., Springer, 2006.
- [21] B. Siciliano, K. Oussama, eds. -*Springer handbook of robotics*. Springer Science & Business Media, 2008.