

Carrera: Ingeniería Electrónica**Asignatura:** Fundamentos de robótica móvil**Planificación a partir del Ciclo Lectivo 2024****1. Datos administrativos de la asignatura**

Nivel en la carrera	6	Duración	Cuatrimestral
Plan	2023		
Bloque curricular:	Tecnologías Aplicadas		
Carga horaria presencial semanal (hs. cátedra):	6	Carga Horaria total (hs. reloj):	72
Carga horaria no presencial semanal (hs. reloj) (si correspondiese)	0	% horas no presenciales (hs. reloj) (si correspondiese)	0

2. Presentación, Fundamentación

La robótica móvil es un área particular de la robótica de creciente interés y demanda en los últimos años. Aplicaciones industriales de todo tipo que abarcan automotrices, agropecuarias, farmacéuticas, textiles, mineras, marítimas, aeroespaciales por mencionar solo algunas han incorporado de forma exponencial la utilización de esta tecnología en sus procesos.

En la robótica móvil se integran múltiples disciplinas de la Ingeniería donde la Ingeniería Electrónica juega un rol fundamental. La participación del Ingeniero Electrónico en esta actividad abarca el diseño de hardware electrónico, el diseño de sistemas embebidos y la programación en diferentes niveles. La integración de sistemas de robots móviles requiere desarrollos de electrónica de potencia, sistemas de adquisición y acondicionamiento de señales, sensorística, sistemas digitales y sistemas de control entre otros.

Recientemente, ha habido importantes avances en los vehículos autónomos aplicados a la industria, en particular aquellos conocidos como AMR (Autonomous Mobile Robot), enfocados principalmente a promover la flexibilidad dentro de fábricas e impulsar la realización de la Industria 4.0. Los AMRs resultan así ser más flexibles que los tradicionales AGVs (Automated Guided Vehicles), fácilmente programables, seguros, colaborativos y precisos, mediante la incorporación

de diferentes tecnologías que hace pocos años estaban reservadas sólo al ámbito académico y de investigación, tales como: generación de mapas, visión por computadoras, tecnología SLAM, aplicación del Sistema Operativo de Robótica (ROS), entre otras.

Las industrias locales y regionales están en pleno proceso de incorporación de estas tecnologías y presentan una alta demanda de Ingenieros preparados en estas áreas. Por otro lado, su inmediata aplicación y puesta en práctica despierta gran entusiasmo en los estudiantes de Ingeniería y particularmente de Ingeniería Electrónica.

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

En la tabla siguiente se establece la relación de la asignatura con las competencias de egreso: Específicas, Genéricas Tecnológicas y Genéricas Sociales, Políticas y Actitudinales de la carrera. Se incluyen las competencias de egreso a las que tributa, aportes reales y significativos de la asignatura, y en qué nivel (no aporta, bajo, medio, alto).

Competencias	Nivel
Competencias genéricas tecnológicas (CG):	
CG.1. Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.	Medio
CG.2. Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería.	No aporta
CG.3. Gestionar, planificar, ejecutar y controlar proyectos de ingeniería.	No aporta
CG.4. Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería.	Medio
CG.5. Contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas.	No aporta
Competencias genéricas sociales, políticas y actitudinales (CG)	
CG.6. Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.	Medio
CG.7. Comunicarse con efectividad.	Medio
CG.8. Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global.	No aporta
CG.9. Aprender en forma continua y autónoma.	Bajo
CG.10. Actuar con espíritu emprendedor.	No aporta
Competencias Específicas de la carrera	
CE 1.1. Diseñar, proyectar y calcular sistemas, equipos y dispositivos de generación, transmisión y/o procesamiento de campos y señales analógicos y digitales; circuitos integrados; hardware de sistemas de cómputo de propósito general y/o específico y el software a él asociado; hardware y software de sistemas embebidos y dispositivos lógicos programables; sistemas de automatización y control; sistemas de procesamiento y de	No aporta

comunicación de datos y sistemas irradiantes, para brindar soluciones óptimas de acuerdo a las condiciones técnicas, legales, económicas, humanas y ambientales.	
CE 1.2. Plantear, interpretar, modelar y resolver los problemas de ingeniería descritos.	No aporta
CE 1.3. Plantear, interpretar, modelar, analizar y resolver problemas, diseño e implementación de circuitos y sistemas electrónicos.	No aporta
CE 1.4. Diseñar, proyectar y calcular circuitos y sistemas digitales.	No aporta
CE 1.5. Diseñar, proyectar y calcular circuitos y sistemas para la generación, recepción, transmisión, procesamiento y conversión de campos y señales para sistemas de comunicación.	No aporta
CE 1.6. Diseñar, proyectar y calcular circuitos y sistemas de control.	No aporta
CE 1.7. Diseñar, proyectar y calcular circuitos y sistemas electrónicos aplicados a la generación, manejo, amplificación, procesamiento, instrumentación y acondicionamiento de energía eléctrica y señales de distinta naturaleza.	No aporta
CE 2.1. Proyectar, dirigir y controlar la construcción, implementación, mantenimiento y operación de lo mencionado anteriormente.	No aporta
CE 3.1. Validar y certificar el funcionamiento, condición de uso o estado de los sistemas mencionados anteriormente.	No aporta
CE 4.1. Proyectar y dirigir lo referido a la higiene y seguridad en la actividad profesional de acuerdo con la normativa vigente.	No aporta
CE 5.1. Diseñar, Proyectar, Calcular y Aplicar dispositivos semiconductores, aplicando estrategias conceptuales y metodológicas asociadas a los principios de cálculo, diseño y simulaciones, con el objeto de optimizar con sentido innovador, responsabilidad profesional y compromiso social, los recursos existentes.	No aporta
CE 6.1. Diseñar, proyectar, calcular, implementar e instalar equipamiento electrónico y su interconexión, aplicados a sistemas de energía, empleando criterios de eficiencia energética y seguridad eléctrica, con responsabilidad económica y social.	No aporta
CE 7.1 Diseñar, Proyectar, Calcular e Instalar sistemas, subsistemas, equipos, componentes, partes, y piezas electrónicas para control, medición, regulación y protección de máquinas eléctricas en redes de baja tensión y sistemas de generación y distribución de energía eléctrica, para brindar soluciones en el marco de las normas vigentes, aplicando criterios de eficiencia energética, seguridad eléctrica, y cuidado del medio ambiente.	No aporta
CE 8.1. Diseñar, Proyectar, Calcular e Implementar sistemas, subsistemas, equipos, componentes, partes y piezas electrónicas, de navegación o señalización de vehículos, aplicando criterios técnicos, de seguridad y regulatorios vigentes, y estrategias conceptuales y metodológicas asociadas a los principios de cálculo y diseño con sentido innovador.	No aporta
CE 9.1. Evaluar el impacto ambiental de sistemas, subsistemas, equipos, componentes, partes, y piezas relacionadas con la actividad profesional establecida por sus actividades reservadas y los alcances, de acuerdo con la normativa vigente y aplicando estrategias conceptuales y metodológicas asociadas a los principios de las buenas prácticas profesionales, con el objeto de resguardar el medio ambiente.	No aporta

CE 10.1. Realizar estudios, tareas y asesoramientos, relacionados con la actividad profesional establecida por sus actividades reservadas y los alcances, aportando sus saberes, competencias y/o técnicas, para brindar soluciones óptimas y eficientes en el marco de las normas vigentes y las condiciones técnicas, legales, económicas, humanas y ambientales establecidas.	No aporta
CE 10.2 Realizar pericias, tasaciones y arbitrajes relacionados con su actividad profesional, respetando marcos normativos y jurídicos con el objeto de asesorar a las partes o a los tribunales de Justicia.	No aporta
CE 10.3 Evaluar aspectos económicos, financieros y de inversiones, para la determinación de proyectos, bienes y servicios, relacionados con su actividad profesional, analizando variables micro y macroeconómicas e interpretando la realidad económica en el contexto nacional e internacional.	No aporta

4. Contenidos Mínimos

1. Locomoción en robótica móvil, modelos cinemáticos y dinámicos.
2. Sensores aplicados a la robótica móvil, exteroceptivos y propioceptivos.
3. Estimación de estado y control de robots móviles.
4. Programación y simulación de robots móviles.
5. Operación autónoma en robots móviles.

5. Objetivos establecidos en el DC

- J Presentar una introducción a la disciplina de la robótica en general y de los robots móviles en particular, con énfasis en la programación.
- J Poner en práctica el desarrollo de software aplicado a la robótica tanto para el bajo nivel como el alto nivel.
- J Responder así a una demanda creciente de ingenieros capacitados para diseñar, programar y ensayar aplicaciones reales de robótica móvil, utilizando para ello algoritmos del estado del arte, que constituyan para el estudiante futuro ingeniero una importante herramienta para su vida profesional.

6. Resultados de aprendizaje

Los siguientes resultados de aprendizaje se promueven en el desarrollo de la asignatura

Identificador de RA	Redacción
RA1	Deducir el modelo cinemático y/o dinámico de un robot móvil para controlar su movimiento a partir de conceptos de mecánica de un cuerpo rígido.
RA2	Utilizar los sensores adecuados para la estimación de estado y percepción del entorno aplicados a la robótica móvil.
RA3	Reconocer la necesidad de la estimación de estado de un robot móvil con la finalidad de lograr una operación autónoma.
RA4	Experimentar con el sistema operativo ROS la programación de robots para su operación tanto en entornos simulados y reales.
RA5	Reconocer los problemas fundamentales de la robótica móvil para una operación autónoma.

7. Relación de los RA y las competencias

En la tabla siguiente se indica con X la tributación de cada Resultado de Aprendizaje con las competencias de egreso: específicas, genéricas tecnológicas, sociales, políticas y actitudinales de la carrera.

RA	CE1.1	CE1.2	CE1.3	CE1.4	CE1.5	CE1.6	CE1.7	CE2.1	CE3.1	CE4.1	CE5.1	CE6.1	CE7.1	CE8.1	CE9.1	CE10.1	CE10.2	CE10.3
RA1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RA2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RA3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RA4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RA5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

RA	CG1	CG2	CG3	CG4	CG5	CG6	CG7	CG8	CG9	CG10
RA1	X	-	-	X	-	X	X	-	X	-
RA2	X	-	-	X	-	X	X	-	X	-
RA3	X	-	-	X	-	X	X	-	X	-
RA4	X	-	-	X	-	X	X	-	X	-
RA5	X	-	-	X	-	X	X	-	X	-

8. Asignaturas correlativas previas

Para cursar y rendir debe tener cursadas:

-) Asignatura/s:
 - 29 – Técnicas Digitales III
 - 31 – Sistemas de Control
 - 34 – Electrónica de Potencia

Para cursar y rendir debe tener aprobada:

- Asignatura/s:
 - 8 – Informática II
 - 22 – Técnicas Digitales II
 - 23 – Medidas Electrónicas I

9. Asignaturas correlativas posteriores

Indicar las asignaturas correlativas posteriores:

-) Asignatura/s:
 - 37 – Proyecto Final

10. Programa analítico

Este programa analítico contempla los contenidos mínimos, previstos en el DC vigente, y aquellos que se consideran necesarios para desarrollar los resultados de aprendizaje propuestos.

Unidad N°: 1

Título: Introducción a los sistemas operativos avanzados

Contenido:

Robótica móvil, definiciones. Robótica industrial y de servicio. Robots móviles vs. manipuladores. Tipos de locomoción de robots móviles: robot con patas, con ruedas y aéreos. Modelos cinemáticos y dinámicos. Descripción de la pose (posición y orientación) de un robot. Formas de representar la orientación. Casos de estudio: robot de tracción diferencial y robot aéreo tipo multirrotores.

Carga horaria por Unidad: 30 horas.

Unidad N°: 2

Título: Introducción a los sistemas operativos avanzados

Contenido:

Percepción en la robótica móvil. Clasificación de sensores: propioceptivos vs. exteroceptivos, activos vs. pasivos. Características principales de los sensores. Casos de estudio de sensores propioceptivos: encoders ópticos para el cálculo de odometría, sensores inerciales para estimación de posición y orientación (pose). Casos de estudio de sensores exteroceptivos: sensor de barrido láser, sonares y cámaras.

Carga horaria por Unidad: 18 horas.

Unidad N°: 3

Título: Introducción a los sistemas operativos avanzados

Contenido:

Errores de medición: sistemáticos y no sistemáticos. Modelos de los ruidos de medición. Estimación de estado y fusión sensorial. Caso de estudio: filtro complementario y filtro de Kalman para la estimación de orientación en vehículo aéreo no tripulado. Sistemas de control de bajo nivel. Caso de estudio: controlador proporcional-integral-derivativo en tiempo discreto.

Carga horaria por Unidad: 24 horas.

Unidad N°: 4

Título: Introducción a los sistemas operativos avanzados

Contenido:

Terminología de ROS: ROS Master, servidor de parámetros, nodo, tópico, mensajes, servicio. Grafo de nodos. Herramientas de ROS: roslaunch, rqt, RViz, etc. Simulador Gazebo. Teleoperación de robots. Logs de datos y reproducción de logs. Programación de nodos en lenguaje python.

Carga horaria por Unidad: 18 horas.

Unidad N°: 5

Título: Introducción a los sistemas operativos avanzados

Contenido:

Problemas de la robótica móvil: localización, mapeo, planificación de caminos y trayectorias. Navegación reactiva y basada en mapas. Localización, mapeo y SLAM (Simultaneous Localization and Mapping). Exploración. Planificación y navegación. Evasión de obstáculos.

Carga horaria por Unidad: 6 horas.

Carga horaria por tipo de formación práctica de toda la asignatura

Tipo de formación práctica	Horas reloj
Formación experimental	21.75 hs
Análisis y resolución de problemas de ingeniería y estudios de casos	24 hs
Formulación, análisis y desarrollo de proyectos.	0 hs

Bibliografía Obligatoria:

Disponible on-line:

-) Perez-Paina, G. F. (2015). *Navegación autónoma de robot móvil en ambientes parcialmente estructurados usando visión artificial*. [Tesis Doctoral, Universidad Tecnológica Nacional].
-) Paz, C. J. (2016). *Estimación eficiente de posición y orientación de un vehículo en tiempo real por medio de sensores de bajo costo*. [Tesis Doctoral, Universidad Tecnológica Nacional].
-) Araguás, R. G. (2012). *Algoritmos de localización visual monocular para robots móviles*. [Tesis Doctoral, Universidad Tecnológica Nacional].
-) Herath, D., & St-Onge, D. (Eds.). (2022). *Foundations of Robotics: A Multidisciplinary Approach with Python and ROS*. Springer Nature.
-) O’Kane, J. M. (2013). *A gentle introduction to ROS*. Independently published. <https://cse.sc.edu/~jokane/agitr/>

Disponible en biblioteca de los profesores a cargo:

-) Siegwart, R., Nourbakhsh, I., & Scaramuzza, D. (2011). *Introduction to Autonomous Mobile Robots*, Second Edition. MIT Press. <https://mitpress.mit.edu/9780262015356/introduction-to-autonomous-mobile-robots/>
-) Thrun, S., Burgard, W., & Fox, D. (2005). *Probabilistic Robotics (Intelligent Robotics and Autonomous Agents)*. The MIT Press.
-) Bar-Shalom, Y., Kirubarajan, T., & Li, X.-R. (2002). *Estimation with Applications to Tracking and Navigation*. New York, NY, USA, John Wiley & Sons, Inc.
-) Simon, D. (2006). *Optimal State Estimation: Kalman, H infinity, and Nonlinear Approaches*. Wiley-Interscience.
-) Szeliski, R. (2010). *Computer Vision: Algorithms and Applications*. New York, NY, USA, Springer-Verlag New York, Inc.

Bibliografía optativa y otros materiales a utilizar en la asignatura:

- J) Siciliano, B., & Khatib, O. (2016). *Springer handbook of robotics*. Springer International Publishing. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-32552-1>
- J) Fairchild, C., & Harman, T. (2016). *ROS Robotics by Example*. Packt Publishing. <https://www.packtpub.com/product/ros-robotics-by-example/9781782175193>

11. Metodología de enseñanza

Clases teórico-prácticas con interacción permanente entre los estudiantes y los docentes. Exposición de contenidos teóricos y posterior implementación y ensayo de temas específicos seleccionados de cada Unidad por parte de los alumnos. Uso constante de plataformas de experimentación en conjunto con computadoras para su programación utilizando software libre. A continuación se presenta un breve resumen sobre los diferentes recursos didácticos a utilizar:

1. Lección magistral participativa: mientras el profesor expone un concepto teórico y realiza demostraciones el estudiante atiende, realiza preguntas, toma notas, copia un esquema, etc. Luego de que el profesor detenga su exposición el estudiante realiza un ejercicio rutinario y/o una evaluación diagnóstico breve en pequeños grupos de debate sobre una situación planteada por el profesor. Esta actividad facilita la comprensión de temas complejos, sintetizados en forma estructurada y organizada.
2. Resolución de ejercicio: el estudiante (individual o grupalmente) desarrolla las soluciones adecuadas o correctas mediante la ejercitación de rutinas, la aplicación de procedimientos y la interpretación de los resultados a partir de las consignas provistas por el profesor o auxiliar docente. El estudiante no debe memorizar ningún saber, ya que en todo momento tiene a disposición diferentes recursos (presentaciones de clase, apuntes, libros de texto, guías de ejercicios resueltos, conexión a internet, etc.). El docente debe enseñar tanto el saber conocer como el saber hacer necesarios para la resolución de los ejercicios, asegurándose de que los estudiantes tengan una o más referencias que le permitan verificar los resultados esperados. Esta actividad complementa la exposición magistral.
3. Resolución de problemas: esta tarea le supone recuperar los saberes previos y relacionarlos con las actividades que demanda la resolución. Selecciona un procedimiento de resolución adecuado al contexto del problema, eligiendo entre varias alternativas de acuerdo a las características del mismo. Esta actividad le permite al estudiante desarrollar el pensamiento complejo y promueve el desarrollo de estrategias de planificación, organización y gestión de tiempos y recursos de aprendizaje.

4. Laboratorio remoto y virtual: el estudiante realiza una labor técnica o profesional de manera controlada y segura, interactuando con un entorno que simula la realidad a través de una serie de herramientas que permiten resolver situaciones de complejidad variable. Esto activa en el estudiante habilidades de manejo de informaciones y tecnologías, uso de símbolos, gráficos y datos, y comprensión de problemas.
5. Operación de instrumentos, equipos y máquinas: el estudiante desarrolla actividades con fines formativos, centrado en el aprendizaje de la manipulación de instrumentos, equipos y máquinas de uso profesional, vinculadas principalmente a las Tecnologías Aplicadas. En este caso el estudiante siguen estrictamente las normas de ejecución, así como las de seguridad.

12. Recomendaciones para el estudio

Se recomienda la asistencia a clases tanto para asimilar los conceptos teóricos de cada uno de los temas del programa analítico como para que los docentes puedan acompañar el desarrollo de las actividades prácticas propuestas. Es importante también desarrollar un trabajo cooperativo, en particular en la resolución de los trabajos prácticos. Se recomienda además complementar el desarrollo de actividades y estudio de los conceptos teóricos con horas adicionales a las asignadas a clases, como así también acceder periódicamente al Autogestión de la Facultad y al Aula Virtual, que serán los medios de comunicación utilizados durante el cursado de la materia.

13. Metodología de evaluación

El modelo de enseñanza basado en competencias implica la aplicación de metodologías e instrumentos de evaluación que permiten conocer, a docentes y estudiantes, el nivel de desarrollo de las competencias que aborda la asignatura.

Se prevén técnicas de evaluación sumativa y formativa. La evaluación sumativa permitirá calificar los rendimientos para la acreditación, mientras que la evaluación formativa se realizará durante los procesos de enseñanza y aprendizaje con la finalidad de reorientarlos. La evaluación formativa permitirá también que los estudiantes puedan reconocer sus procesos de aprendizaje y tomar decisiones al respecto, adquiriendo mayor autonomía en los mismos.

En relación con lo anterior, las técnicas de evaluación que propone la cátedra son:

1. Guías de ejercicios:
 - Tienen como finalidad adquirir las habilidades necesarias para la resolución de los problemas.

- Implementación de scripts de python para el análisis de datos, uso de bibliotecas como numpy y matplotlib, etc.
 - Manejo del Sistema Operativo de Robótica (ROS).
2. Resolución de problemas / Trabajos Prácticos (TP):
- Los trabajos prácticos se desarrollan en grupos de 3 integrantes.
 - El código fuente debe estar implementado en Jupyter Notebook y subido a un repositorio público (p.e. GitLab).
 - Además del código fuente el Notebook deberá tener una interpretación de los resultados obtenidos.

A continuación, se detallan todos los Resultados de Aprendizajes con sus contenidos a desarrollar para alcanzarlos, la mediación pedagógica, metodologías y estrategias de evaluación, tiempo en horas reloj.

Resultados de Aprendizaje	Contenidos según programa	Mediación Pedagógica	Metodología y Estrategias de Evaluación	Tiempos en hora reloj
<p>RA 1</p> <p>Deducir el modelo cinemático y/o dinámico de un robot móvil para controlar su movimiento a partir de conceptos de mecánica de un cuerpo rígido.</p>	<p>Unidad 1</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tipos de locomoción de robots móviles. - Modelos cinemáticos y dinámicos. - Descripción de la pose (posición y orientación) de un robot. - Casos de estudio: robot de tracción diferencial y robot aéreo tipo multirrotores. 	<ul style="list-style-type: none"> - Clase magistral participativa - Resolución de ejercicios - Resolución de problemas - Laboratorio remoto y virtual <p>Guías de ejercicios Python y Jupiter Notebook</p> <p>Trabajo práctico N° 1 Modelo cinemático de robot de tracción diferencial</p> <p>Trabajo práctico N° 2 Modelo dinámico de multirrotores simplificado</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Identifica los modelos (cinemático vs. dinámico) aplicados a robots móviles - Combina herramientas informáticas para el análisis del comportamiento de robots móviles - Trabaja en forma grupal para alcanzar el análisis propuesto por el trabajo práctico <p>Evaluación formativa:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Resolución de ejercicios 	<ul style="list-style-type: none"> - Presenciales: 20 - Teoría y práctica: 12 - Laboratorio: 8 - Extra aulas: 40 hs

			Evaluación sumativa: - Cuestionario - Trabajo práctico - Coloquio	
RA 2 Utilizar los sensores adecuados para la estimación de estado y percepción del entorno aplicados a la robótica móvil.	Unidad 2 - Sensores aplicados a la robótica móvil: clasificación y características - Casos de estudio de sensores propioceptivos y exteroceptivos.	- Clase magistral participativa. - Resolución de problemas. - Laboratorio remoto y virtual. - Operación de instrumentos, equipos y máquinas. Trabajo práctico N°3 Generación de mapa con sensor barrido láser.	- Identifica los tipos de los sensores utilizados en robótica móvil y sus aplicaciones. - Interpreta las características de los sensores utilizados a partir de sus especificaciones en hojas de datos. - Trabaja en forma grupal para alcanzar el análisis propuesto por el trabajo práctico. Evaluación sumativa: - Cuestionario - Trabajo práctico - Coloquio	- Presenciales: 9 - Teoría y práctica: 7 - Laboratorio: 2 - Extra aúlicas: 18
RA 3 Reconocer la necesidad de la estimación de estado de	Unidad 3 - Estimación de estado y fusión sensorial. - Caso de estudio: filtro complementario y filtro de Kalman	- Clase magistral participativa. - Resolución de problemas. - Laboratorio remoto y virtual. - Operación de instrumentos, equipos y máquinas.	- Formula los modelos necesarios para el control de robots móviles. - Conoce el alcance y las limitaciones de los modelos planteados.	- Presenciales: 16 - Teoría y práctica: 11 - Laboratorio: 5 - Extra aúlicas: 32

<p>un robot móvil con la finalidad de lograr una operación autónoma.</p>	<p>- Controlador PID en tiempo discreto.</p>	<p>Trabajo práctico N°4 Contro de lazo cerrado de multirrotor simplificado</p>	<p>- Trabaja en forma grupal para alcanzar el análisis propuesto por el trabajo práctico.</p> <p>Evaluación sumativa: - Cuestionario - Trabajo práctico - Coloquio</p>	
<p>RA 4 Experimentar con el sistema operativo ROS la programación de robots para su operación tanto en entornos simulados y reales.</p>	<p>Unidad 4 - Sistema Operativo de Robótica (ROS): terminología. - Herramientas de ROS. - Programación de nodos con python.</p>	<p>- Clase magistral participativa - Resolución de ejercicios - Resolución de problemas - Laboratorio remoto y virtual</p> <p>Guías de ejercicios Manejo de ROS y programación de nodos con python</p> <p>Trabajo práctico N°1 y 3</p>	<p>- Utiliza las herramientas informáticas como Gazebo y ROS para la simulación y programación de robots</p> <p>- Trabaja en forma grupal para alcanzar el análisis propuesto por el trabajo práctico</p> <p>Evaluación formativa: - Resolución de ejercicios</p> <p>Evaluación sumativa: - Trabajo práctico - Coloquio</p>	<p>- Presenciales: 10 - Teoría y práctica: 3 - Laboratorio: 7 - Extra aúlicas: 20</p>
<p>RA 5 RA5: Reconocer los problemas fundamentales</p>	<p>Unidad 5 - Problemas de la robótica móvil. - Navegación autónoma.</p>	<p>- Clase magistral participativa - Resolución de problemas - Laboratorio remoto y virtual</p> <p>Trabajo práctico N°1 y 3</p>	<p>- Identifica los problemas de la robótica móvil a resolver para lograr la operación autónoma.</p> <p>- Combina herramientas informáticas para el análisis del</p>	<p>- Presenciales: 7 - Teoría y práctica: 3 - Laboratorio: 4 - Extra aúlicas: 14</p>

de la robótica móvil para una operación autónoma.			comportamiento de robots móviles Evaluación sumativa: - Trabajo práctico - Coloquio	
---------------------------------------------------	--	--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------	--

14. Condiciones de aprobación

En el Reglamento de Estudio para las Carreras de Grado en la Universidad Tecnológica Nacional (Ordenanza del Consejo Superior N° 1549) se establecen dos regímenes de aprobación de las asignaturas: **aprobación directa y aprobación no directa o con examen final**. Las condiciones para la aprobación directa son:

-) Cumplir con los prerequisites de inscripción a la materia según diseño curricular.
-) Asistir a clases (con inasistencia máxima del 25% y en caso excepcionalmente del 40% a solicitud del estudiante ante la Secretaría Académica).
-) Cumplir con las actividades de formación práctica.
-) Aprobar las instancias de evaluación (las calificaciones de las instancias de evaluación se expresan en números enteros dentro de la escala del 1 (uno) al 10 (diez), aprobando con un mínimo de 6 (seis)).
-) El estudiante que no apruebe alguna de las instancias de evaluación, tendrá al menos una instancia de recuperación.
-) La calificación se expresa en número entero y en caso de promedios con decimales se redondeará al valor más próximo. La nota promedio de las instancias de evaluación aprobadas así obtenida será la calificación definitiva de aprobación directa.

Condición de regular

La condición de regular se alcanza mediante la aprobación de 4 trabajos prácticos. La calificación de los trabajos prácticos se determina sobre la base de los entregables que se mencionan más arriba.

Aprobación directa

La condición de aprobación directa se alcanza mediante el cumplimiento de la condición de regular más la aprobación de un coloquio grupal al final del cursado de los trabajos prácticos elaborados y la aprobación de tres cuestionarios utilizando la plataforma Moodle. El coloquio tendrá una calificación de aprobado / no aprobado. La calificación final de la aprobación directa será el promedio de las calificaciones obtenidas en los TPs presentados y los cuestionarios.

15. Modalidad de examen

El examen final es de carácter integrador cubriendo todos los temas propuestos por el programa analítico de la materia. Se evaluará mediante coloquio de los trabajos prácticos presentados durante el cursado más un cuestionario integrador utilizando la plataforma Moodle.

16. Recursos necesarios

Los recursos necesarios para el dictado de las clases teóricas-prácticas son:

1. Aulas con PC con sistema operativo GNU/Linux, preferentemente Ubuntu.
2. Conexión a internet para utilizar la plataforma ROS Development Studio (ROSDS)
<https://www.theconstructsim.com/>.

Anexo I: Plantel docente de la asignatura			
Titular	Especifique Nombre y Apellido completo.	Dedicación:	Especifique la cantidad de dedicaciones.
Asociado	Especifique Nombre y Apellido completo.	Dedicación:	Especifique la cantidad de dedicaciones.
Adjunto:	Gonzalo Fernando Perez Paina David Alejandro Gaydou	Dedicación:	DE DE
Jefe de Trabajos Prácticos	Diego Gonzalez Dondo	Dedicación:	DE
Auxiliar de 1ra.	Especifique Nombre y Apellido completo.	Dedicación:	Especifique la cantidad de dedicaciones.
Auxiliar de 2da.	Especifique Nombre y Apellido completo.	Dedicación:	Especifique la cantidad de dedicaciones.

FIRMA (Jefe o encargado de cátedra).

Anexo II: Cronograma de clases/trabajos prácticos/evaluaciones (por comisión)

COMISIÓN: Indique la comisión.

Nro. de Semana	Fecha	Tema	Tipo de Actividad
1	Indique la fecha	Describa el tema trabajado	Seleccione el tipo de actividad.

FIRMA (de cada docente que conforman la comisión).