ANEXO I

RESOLUCIÓN Nº.....2510...../21

ASIGNATURA:	ROBÓTICA INDUSTRIAL	**CODIGO:**	95-2571
DEPARTAMENTO:	MECÁNICA	**CLASE:**	Cuatrimestral
ÁREA:	TECNOLOGÍA	**HORAS SEM.:**	Reloj 4 hs. / Cátedra 5 hs.
BLOQUE:	TECNOLOGÍAS APLICADAS	**HORAS / AÑO:**	Reloj 60 hs. / Cátedra 80 hs.

Fundamentación:

Desde que los escritores Capek y Asimov acuñaran y empezaran a definir el término ROBOT, mucho se ha escrito al respecto y lo que anteriormente parecieron fantasías fueron tomando formas reales de fundamentación científica a pasos agigantados.
La Robótica Industrial ha revolucionado las formas de producción y es un hecho consensuado entre los especialistas que dicha transformación cualitativa lejos de haber concluido tomará formas y grado de incidencia cada vez mayores en las grandes empresas y en las PyMES dedicadas a producción o servicios.
Como sistema mecatrónico complejo en el diseño, implementación, operación y/o mantenimiento de un robot industrial se conjugan conocimientos de las especialidades ingenieriles de Mecánica, de Electrónica, de Electromecánica, de Informática, de Industrial, además de un sinnúmero de otras subdisciplinas de saberes.
Además, la Facultad Regional Buenos Aires está montando un moderno laboratorio de fabricación flexible con equipos de características 100% análogos a la industria, apto para formar en teoría y práctica a los estudiantes de ingeniería de todas sus especialidades, a la vez de poder ofrecer mejores servicios de análisis-diseño de soluciones específicas a problemas de fabricación particulares que planteen las empresas.
Como complemento, principalmente para lograr la masividad de las prácticas en programación robótica, se desarrollará un entorno de simulación tridimensional dinámico en el que se ha puesto mucho empeño como para que las percepciones y los conocimientos necesarios para resolver los desafíos de la práctica de programación robótica sean análogos a los que se vivenciarían en el laboratorio real.
De esa manera existirá la posibilidad de aprender en un ambiente virtual cognitivo sin que los errores lógicos o procedurales lastimen a un ser humano o rompan equipos reales.
Los programas de movimientos robóticos, desarrollados y optimizados por los alumnos en la cátedra, podrán ser implementados por ellos mismos sobre equipos reales, con mínimas modificaciones y con la seguridad que los errores "trágicos" han sido filtrados en la etapa previa.
De esta manera se implementará la concepción de que el mejor aprendizaje es el que permite mejorar a partir de que los errores propios, en especial cuando los mismos no implican el fin del aprendizaje por accidentes o roturas costosas.
El entorno de simulación se ha programado tomando como base un software específico universal para modelar tridimensionalmente y dinámicamente robots móviles de distinto tipo. En ese entorno se desarrollaron las geometrías, los accionamientos y los sensores específicos del robot KUKA KR125 análogos al del laboratorio con sus periféricos especificos más el software de programación

análogo, buscando que la percepción de lo visualizado sea lo más parecida, en su programación y comportamiento, al equipo real complementario, donde también todos los alumnos deberán operar los controles.
El entorno ya está preparado para distintas prácticas de logística robótica específica en la cátedra de Automatización en Logística de la carrera de Ingeniería Industrial. Está concebido como un sistema abierto al desafío de docentes y alumnos de las distintas cátedras al personalizar el entorno a las más diversas aplicaciones o tareas, como ser soldadura robótica, pintado robótico, etc., etc. Cuenta con idénticos periféricos a los que se prevé incorporar al robot real.
De esta manera, entorno real y simulador virtual se conciben como herramientas integradas complementarias en la formación teórico-práctica y en el desarrollo-análisis de celdas de trabajo concretas.
La característica de transversalidad y trabajo en equipo de alumnos de distintas especialidades de la FRBA, será eje y práctica central en el desarrollo de la presente asignatura electiva.

Objetivos:

Objetivos generales:

- Capacitar al futuro profesional en el variado espectro de especialidades orientadas a la robótica industrial, dándole una formación teórico práctica mecatrónica, ya que es una imperiosa necesidad que se manifiesta día a día, como pedido concreto de industrias de los más diversos rubros y tamaños.
- Capacitar en un conocimiento que es hoy universalmente reconocido como una necesidad del ingeniero, en virtud de haber alcanzado un grado de madurez elevado, por lo que resulta imprescindible en una gama cada vez mayor de procesos industriales y de servicios.

Objetivos específicos:

- Definir y analizar las características que diferencian a los Robots de otras máquinas automáticas.
- Comprender la cinemática y la dinámica del manipulador y de los actuadores para poder entender los parámetros que influyen en forma determinante para el diseño mecánico.
- Estudiar los reductores y transmisiones típicas del brazo.
- Comprender las estrategias básicas de control y técnicas de programación de tareas utilizadas en Robótica y aplicarlas a una tarea particular con un Robot industrial.
- Analizar los Sistemas de Producción Integrados por Computadora con el Robot como superior en los que se integra Robótica Industrial, del CIM (Computer Integrated Manufacturing), IMS (Inteligent Manufacturing Systems) al nivel superior de MFIF (Multifunction Inteligent Factories).
- Motivar al alumno a integrarse a los grupos de investigación en robótica de la FRBA, como complemento de su formación.
- Comprender el cambio cultural y de estilo de conducción de los Recursos Humanos en ambientes tecnológicos con Robots.

Programa sintético:

- El Robot y su arquitectura
- Cinemática de los robots
- Dinámica de los robots
- Manipuladores robóticos
- Programación de los robots
- Dispositivos de seguridad y mantenimiento

Programa analítico:

Unidad 1 - INTRODUCCIÓN
Introducción. Breve historia de los Robots. Definición de Robot. Arquitectura de robots. Aplicaciones de los Robots. Definiciones y Términos usuales en Robótica. Grados de Libertad. Robótica y automatización de los Procesos Industriales. Normativa ISO vinculada a la Robótica. Conclusiones.

Unidad 2 - CINEMÁTICA DE ROBOTS
Matriz de Traslación. Matriz de rotación. Cambio de coordenadas. Rotación equivalente. El problema cinemático, configuración básica. El problema directo y el problema inverso. Grados de libertad. Criterio de Grübler. El análisis robótico. Transformaciones de Denavit-Hartenberg. Coordenadas generalizadas. Relaciones diferenciales. Jacobiano del manipulador.

Unidad 3 - DINÁMICA DE ROBOTS
Definiciones. Problemas dinámico directo e inverso. Ecuaciones de equilibrio. Método de Newton. Método de Lagrange. Obtención de la lagrangiana. Energía cinética y potencial

Unidad 4 - CONTROL DE MANIPULADORES ROBÓTICOS
Introducción. Técnicas del par calculado. Control de tiempo mínimo. Control de estructura variable. Control por realimentación desacoplado no lineal. Control de movimiento resuelto. Control adaptivo. Sistemas motrices. Sensores y codificadores de posición. Visión de Robots.

Unidad 5 - PROGRAMACIÓN DE LOS ROBOTS
Introducción. Necesidades de los sistemas operativos. Programación de aplicaciones para robots. Programación del robot KUKA-KR-125 real y virtual. Aplicaciones de la Inteligencia Artificial en Robótica.

Unidad 6 - AUTOMATIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN
Introducción. Procedimiento para la implementación de la Manufactura Integrada por Computadora (CIM). Producción automatizada. Automatización flexible. Automatización fija. Implementación de celdas de trabajo automatizadas. Estudio de un caso de automatización.

Unidad 7 - EFECTORES FINALES, DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD Y MANTENIMIENTO.
Introducción. Clasificación de los efectores finales. Selección de la garra adecuada al nivel de inteligencia del sistema. Herramientas de propósitos especiales. Ensamblado por robots. Ajuste de la posición. Sistemas de múltiples efectores finales. Medidas de seguridad aplicables a los sistemas robóticos. Mantenimiento.

Unidad 8 - ESPECIALIZACIÓN TRANSVERSAL EN MECATRÓNICA APLICADA Y ROBÓTICA INDUSTRIAL.

El concepto y la acción del equipo Trasndisciplinario en Robótica Industrial. La Visión Industrial: El ROI en proyectos de robótica industrial. La Visión Mecánica: Geometría, Precisión y Reductores. La Visión Eléctrica: Motores y entorno de potencia. La Visión Informática: Características específicas del software de base y el software aplicativo en robótica. La Visión Electrónica: Hardware electrónico especifico de Robótica y teleoperación Robótica.

Unidad 9 - APLICACIONES, TENDENCIAS Y FUTURO.

Logística. Calidad. Automotriz. Soldadura. Pintura. Servicio. Industria de la Alimentación. La fábrica sin techo. El campo

Distribución de carga horaria entre actividades teóricas y prácticas:

La vinculación de la teoría y práctica será muy fuerte no solo por la carga en el laboratorio del Campus FRBA, sino por poner a disposición de los alumnos simuladores y laboratorio virtual que puede instalar en cualquier PC de acceso personal ilimitado

Tipo de Actividad	Carga Horaria Total en Hs. Reloj.	Carga Horaria Total en Hs. Cátedra.
Teórica	30	40
Formación Práctica (total)	30	40
Formación Experimental	15	20
Resolución de problemas	--	--
Proyectos y Diseño	15	20
Práctica Supervisada	--	--

Estrategias Metodológicas:

a) Modalidades de Enseñanza empleadas según tipo de actividad (Teórica-Práctica):

Desarrollar las clases teóricas fundamentalmente sobre un esquema expositivo e incentivar permanentemente la participación, tanto con preguntas como con descripciones de casos análogos vistos o vividos por el alumno.

Impartir los fundamentos de cada tema para que los alumnos se familiaricen con ellos y al verse involucrados en sus primeros pasos de actividad profesional, poder profundizarlos, teniendo claros los conceptos básicos.

Se trata de impartir conocimientos nuevos, de una especialidad basada en la "mecatrónica" aplicada a la industria, avanzando desde los conceptos más simples a los más complejos, propiciando que los conceptos se visualicen en la forma más concreta posible.

Buscar la intervención de los alumnos para verificar la comprensión de los temas.

Recurrir a medios audiovisuales y a visitas para familiarizar a los estudiantes con equipamiento empleado en Argentina y en el exterior.

Recurrir a comparaciones de operación entre distintas tecnologías, evidenciando ventajas y desventajas.
Promover distintos tipos de prácticos trabajando con software de simulación, debiendo cada grupo de TP no sólo presentar el trabajo por escrito, sino también exponer sintéticamente, en forma oral, las características y conclusiones técnico-económicas.
Realizar las clases teórico-prácticas en su totalidad por los profesores a cargo de los cursos, las que serán preparadas por el equipo docente de cátedra antes de la iniciación de cada período lectivo, estando sujetas a pequeñas modificaciones durante la cursada, de tal forma de adaptarlas continuamente a las necesidades, número y características de los alumnos.
Propiciar la participación de los alumnos en congresos, exposiciones y charlas temáticas.
Organizar, en la medida de lo posible, conferencias especiales a cargo de expertos.

b) Recursos Didácticos para el desarrollo de las distintas actividades:
Material de estudio correspondiente a cada unidad temática a disposición en la Web UTN-FRBA, medios audiovisuales de exposición en clase, equipos robóticos para realización de prácticas, software de simulación.

Evaluación:

a) Modalidad:

- Los alumnos reciben claras indicaciones del régimen de aprobación de la materia y el sistema de evaluación el primer día de clase.
- Los docentes de la cátedra prestarán especial atención a la comprensión por parte de los alumnos de los conceptos impartidos, especialmente durante las clases prácticas. De esta manera, la evaluación será considerada como un elemento más del proceso de aprendizaje, la cual, por una parte, permitirá a los docentes interpretar si los conceptos vertidos han sido suficientemente profundos. Por otra, posibilitará a los alumnos tomar conocimiento de sus debilidades en el aprendizaje de la asignatura. Del resultado de dicha evaluación se desarrollarán, de ser considerado necesario por los docentes, clases de repaso con el objeto de colaborar con el aprendizaje de la materia.
- Además de los parciales de rigor, se realizarán pequeños "parcialitos", con una pregunta conceptual sobre la temática presentada en la clase anterior. Esta evaluación será base de la nota de "concepto" al final de la cursada.
- Para obtener la regularidad, el alumno deberá aprobar:
- Los trabajos prácticos: se presentará la carpeta de trabajos prácticos para su aprobación en forma grupal (máximo 4 alumnos por grupo) y en soporte electrónico.
- Una evaluación parcial.
- La asignatura se aprobará mediante el régimen de examen final, cuya función es la de integrar los conceptos y evaluar el cumplimiento de los objetivos de la asignatura.
- Se tendrá en cuenta para la evaluación teórica:
  - Correcto desarrollo de los temas
  - Capacidad de análisis
  - Uso del vocabulario específico
  - Criterios y conclusiones ante los problemas planteados
- Para la evaluación práctica se considerará el correcto análisis y elección de la metodología resolutoria.

b) Requisitos de regularidad:
75% de asistencia

Presentación de Trabajos Prácticos
Examen Parcial aprobado con nota mayor o igual a 4

c) **Requisitos de aprobación**:
Aprobar el Examen Final con nota mayor o igual a 4

Articulación Horizontal y Vertical con otras materias:

Con las asignaturas tecnológicas de cada especialidad involucrada que tengan relación con las materias Robótica Industrial.

Cronograma estimado de clases:

Clase 1 = Presentación general
Clase 2 = Unidad 1
Clase 3 = Unidad 2
Clase 4 = 1ra práctica en laboratorio
Clase 5 = Unidad 3
Clase 6 = Unidad 4
Clase 7 = Simulación Base
Clase 8 = 2da práctica en laboratorio
Clase 9 = Unidad 5
Clase 10 = Parcial 6
Clase 11 = Unidad 7
Clase 12 = Unidad 8
Clase 13 = Unidad 9
Clase 14 = 3ra práctica en laboratorio
Clase 15 = Integración de la materia
Clase 16 = Presentación oral de proyectos y firma de libretas

Bibliografía:

- Bolton W.F., (2004) Mecatrónica. Sistemas de Control Electrónico en la Ingeniería Mecánica Eléctrica.México: Ed. Alfaomega
- Stecke K.E. (1989) Flexible Manufacturing systems. Amsterdam: Elsevier Science Publishers
- Ardayfio D.D. (1987) Fundamentals of Robotics. New York: Marcel Dekker
- Miller, R. (1988). Fundamentals of industrial robots and robotics. Boston, Mass., PWS-KENT Pub. Co.
- Pallas Areny R. (2004). Sensores y Acondicionadores de Señal. México: Ed. Alfaomega
- Szklanny S. (2004). Mediciones de Procesos Industriales. Argentina: Publicación Propia
- Pau Cos J., Navascués y Gasca, R. (1998). Manual de Logística Integral. Madrid: Editorial Diaz de Santos
- Villaseñor, A. y Galindo, E. (2009) Manual de Lean Manufacturing: guía básica. México: Tecnológico de Monterrey

- Villaseñor, A. (2007) Conceptos y reglas de Lean Manufacturing. Ed. Limusa
- Barrientos, A., Peñín, L., Balaguer, C. y Aracil, R. (2007) Fundamentos de robótica. Mc Graw Hill
- Apuntes de cátedra preparados especialmente, con material audiovisual e interactivo

Correlativas:

Para cursar:

Cursadas: Elementos de Máquinas
Aprobadas: Materiales Metálicos - Estabilidad II - Mecánica Racional - Ingeniería Mecánica III

Para rendir:

Aprobadas: Elementos de Máquinas