SISTEMAS DE CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN
Ciclo lectivo 2026

IC 424

MODELO DE PLANIFICACIÓN POR COMPETENCIAS

ÍNDICE GENERAL

PARTE A
Generalidades académico-administrativas y organizativas.
A1 CONTENIDOS MÍNIMOS
A2 EQUIPO DOCENTE
PARTE B
Encuadre de la Asignatura en la carrera, modelo de Formación por Competencias.
B1 PRESENTACIÓN DE LA ASIGNATURA (Opcional)
B2 RESULTADOS DE APRENDIZAJE
B3 MATRIZ DE TRIBUTACIÓN (Opcional para asignaturas de 1er año)
B4 PROGRAMA ANALÍTICO POR UNIDADES
PARTE C
Acciones a llevar para el desarrollo de la asignatura por docentes y estudiantes.
C1 DESARROLLO DE LA ASIGNATURA
C2 DESARROLLO DE ACTIVIDADES
C3 AULA VIRTUAL (Opcional)
C4 INTENSIDAD DE LA FORMACIÓN PRÁCTICA
PARTE D
Acreditación de los resultados de aprendizaje previstos.
D1 SISTEMA DE EVALUACIÓN
D2 MEDIDAS DE CONTENCIÓN E INCLUSIÓN
D3 ACREDITACIÓN Y SISTEMA DE CALIFICACIÓN
PARTE E
Otros aspectos de la planificación de la asignatura.
E1 CRONOGRAMA SÍNTESIS
E2 LISTADO DE ENTREGABLES
E3 REGLAMENTO DE CÁTEDRA (Opcional)
E4 BIBLIOGRAFÍA
E5 RECURSOS
E6 REUNIONES DE EQUIPO DOCENTE (Opcional)
E7 COMUNICACIÓN A ESTUDIANTES DE PLANIFICACIÓN

PARTE A	
SISTEMAS DE CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN **Ciclo lectivo 2026**	**IC 424**
Plan de estudio: 2018	**Dictado:**
Carrera: Ingeniería en Computación **Código:** 04	1er Cuatrimestre:
Departamento: Ingeniería Electrónica y Computación **Código:** 04	2do Cuatrimestre: X
Días/horarios de clase: Lunes de 14 a 18 hs y viernes de 14 a 17 hs	
Días/horarios de consulta: Miércoles de 15 a 19 hs y jueves de 14 a 18 hs	
Crédito horario total: 105 hs	
Crédito horario semanal presencial: 7 hs	
Crédito horario semanal no presencial:	

PARTE A.1

CONTENIDOS MÍNIMOS

Conceptos básicos de sistemas de control. Modelado de sistemas dinámicos lineales e invariantes en el tiempo (una entrada y una salida). Acciones de control utilizadas en la industria. Diseño de controladores en tiempo continuo y discreto. Sensores y transductores de uso industrial, telemetría y adquisición de datos. Control y automatización con controladores lógicos programables. Adquisición de datos.

PARTE A.2

EQUIPO DOCENTE

Apellido y Nombre/s: Núñez, Rubén Orlando	
Cargo/dedicación: Profesor Adjunto/SE	**Correo:** ruben.nunez@fio.unam.edu.ar
Función: Responsable de Asignatura. Dictado de clases teóricas; colaboración en la realización de las guías de trabajos prácticos y de laboratorio, realización de los exámenes parciales y finales. Colaboración en la corrección de informes y evaluaciones parciales. Atención a los alumnos en los horarios de consulta.	**Cel.:** +54–9–3492–618701
Apellido y Nombre/s: Rojas, Juan Gabriel	
Cargo y Dedicación: Ayudante de Primera/SE	**Correo:** juan.rojas@fio.unam.edu.ar
Función: Responsable de las actividades de trabajos prácticos y de laboratorios. Colaboración en la realización de las guías de trabajos prácticos y de laboratorio. Colaboración en la corrección de informes y de evaluaciones parciales. Colaboración en el diseño y puesta punto de maquetas didácticas. Atención a los alumnos en los horarios de consulta.	**Cel.:** +54-376-412-0019
Apellido y Nombre/s: Urbani Luis Alberto	
Cargo y Dedicación: Ayudante de primera/Simple	**Correo:** ctt.urbani@gmail.com

Función: Colaboración en las actividades de trabajos prácticos y de laboratorios. Colaboración en el diseño y puesta punto de maquetas didácticas. Colaboración en la corrección de informes y de evaluaciones parciales. Atención a los alumnos en los horarios de consulta.	**Cel.:** +54-3751-66-4276
Apellido y Nombre/s: Linder Germán Gabriel	
Cargo y Dedicación: Jefe de Trabajos Prácticos/Simple	**Correo:** german.linder@fio.unam.edu.ar
Función: Colaboración en el dictado de la teoría y práctica de sensores utilizados en la industria.	**Cel.:** +54-3754-40-1975
Apellido y Nombre/s: Botterón Fernando	
Cargo y Dedicación: Profesor Titular/Exclusiva	**Correo:** botteron@fio.unam.edu.ar
Función: Docente colaborador.	**Cel.:** +54-3755-68-1505

PARTE B

MODELO DE FORMACIÓN POR COMPETENCIAS

PARTE B.1

PRESENTACIÓN DE LA ASIGNATURA – opcional [1]

Breve descripción de la importancia de la asignatura dentro de la estructura del plan de estudios de la carrera, y relación de la misma con el Perfil del Egreso.

El control automático tuvo y tiene un papel vital en el avance de las ciencias y de la ingeniería. Además de su extrema importancia en los sistemas de vehículos espaciales, pilotos automáticos de aeronaves, sistemas de navegación de satélites, control y supervisión de automóviles, por nombrar algunos sistemas complejos; el control automático se ha vuelto parte integral e imprescindible de los procesos industriales actuales, así como también en los procesos de transformación de la energía y en particular en la generación de energía eléctrica. Es casi imposible concebir o encontrar hoy día un sistema, proceso o dispositivo, con mayor o menor complejidad, que no sea controlado de forma automática. Inclusive, el control automático se ha insertado eficientemente en los hogares, ya que está presente en diversos artefactos electrodomésticos; aparatos acondicionadores de aire; control de luminosidad en ambientes; control de calefacción, entre otros.

Los avances en la teoría y en la práctica experimental del control automático, que permiten hoy día un desempeño apropiado de sistemas dinámicos, mejoran significativamente la productividad, reducen costos de producción, y optimizan el consumo de energía.

Un capítulo aparte se le puede dar a algunos procesos industriales, para los cuales los avances en control automático permiten la utilización de robots que pueden realizar muchas operaciones rutinarias y repetitivas monótonas con elevada precisión, en comparación con el desempeño de un humano.

[1] Esta presentación es **opcional para el docente**, aunque aporta en la comprensión de la asignatura dentro de la estructura de la carrera.

Los ejemplos mencionados hasta aquí, abarcan un vasto campo relacionado a los sistemas de control realimentados, disciplina que posee diferentes especialidades dentro de sí misma, las cuales serían imposibles de ser abordadas en una carrera de grado convencional de Ingeniería en Computación. No obstante, los conceptos y técnicas que se abordan en esta asignatura, sirven de base para formar un profesional con los conocimientos mínimos necesarios y las capacidades prácticas y experimentales que lo tornen competente para los desafíos más comunes que tenga que enfrentar en su vida profesional, a pesar de los constantes cambios tecnológicos.

PARTE B.2

PRESENTACIÓN DE APRENDIZAJE

RA 1 [verbo] [objeto de conocimiento] [finalidad(es)] [condición(es)]
[Aplica] [modelación de sistemas dinámicos] [para obtener modelos simples de los procesos reales térmicos, eléctricos, hidráulicos y electromecánicos] [utilizando los fundamentos de la física de sistemas dinámicos y metodologías experimentales de identificación]
RA 2 [verbo] [objeto de conocimiento] [finalidad(es)] [condición(es)]
[Determina] [estructuras clásicas de control en tiempo continuo para sistemas lineales e invariantes en el tiempo] [para cumplir las especificaciones de desempeño de régimen transitorio y estacionario del proceso operando en lazo cerrado] [utilizando herramientas de análisis matemático y de análisis de circuitos]
RA 3 [verbo] [objeto de conocimiento] [finalidad(es)] [condición(es)]
[Diseña] [Estructuras clásicas de control en tiempo continuo para sistemas lineales e invariantes en el tiempo] [para cumplir con las especificaciones de desempeño de un determinado proceso] [aplicando técnicas clásicas de diseño para sistemas lineales y utilizando programas de simulación matemática]
RA 4 [verbo] [objeto de conocimiento] [finalidad(es)] [condición(es)]
[Diseña] + [controladores clásicos en el dominio de tiempo discreto para sistemas lineales e invariantes en el tiempo] + [para cumplir con las especificaciones de desempeño en régimen transitorio y permanente de un determinado proceso y que a su vez proporcione facilidad de implementación y flexibilidad de actualización del sistema de control] + [mediante una adecuada selección de la frecuencia de muestreo, aplicando la técnica de rediseño digital]
RA 5 [verbo] [objeto de conocimiento] [finalidad(es)] [condición(es)]
[Programa] [estructuras de control digital] [para corroborar mediante simulación matemática primero y en forma experimental después, los diseños realizados en los RA3 y 4] [valiéndose de los conocimientos adquiridos sobre el diseño de hardware; los fundamentos de la computación, los sistemas digitales embebidos y los elementos que conforman los sistemas de control]

PARTE B.3

MATRIZ DE TRIBUTACIÓN - opcional[2]

[2] La **Matriz de Tributación** es opcional para las asignaturas del primer año.

Completar las Matrices de Tributación de la asignatura a las competencias específicas y genéricas de egreso, utilizando la escala que se indica.

A (Alto)	La asignatura tributa directamente a la Competencia de Egreso.
M (Medio)	La asignatura sirve de medio o fundamento o relación próxima a la Competencia de Egreso.
B (Bajo)	Cuando la asignatura da cuenta de alguna parte de la Competencia de Egreso.
N (Nulo)	Sin Tributación.

Competencias de Egreso Específicas de la Carrera de Ingeniería en Computación				
AR1. Diseñar y proyectar computadores; sistemas embebidos; sistemas de generación, transmisión y procesamiento de señales digitales; sistemas computarizados de automatización y de control; sistemas de procesamiento y de comunicación de datos.	**A**	**M**	**B**	**N**
CE1.1. Diseñar e implementar diversas Arquitecturas de Computadoras y todos los subsistemas relacionados.		X		
CE1.2. Diseñar y proyectar Sistemas de Procesamiento de Señales.		X		
CE1.3. Desarrollar Sistemas Embebidos, sus periféricos y software de soporte.	X			
CE1.4. Desarrollar Sistemas Computarizados de automatización y control.	X			
CE1.5. Desarrollar Redes de Computadoras.		X		
AR2. Especificar, proyectar y desarrollar, en lo concerniente a su actividad profesional, software cuya utilización pueda afectar la seguridad, salud, bienes o derechos.	**A**	**M**	**B**	**N**
CE2.1. Especificar, proyectar y desarrollar Software y Sistemas Conjuntos de Hardware y Software.		X		
CE2.2. Asegurar la calidad y seguridad informática de los sistemas desarrollados.		X		
AR3. Proyectar, dirigir y controlar la construcción, implementación, operación y mantenimiento de lo anteriormente mencionado.	**A**	**M**	**B**	**N**
CE3.1. Proyectar, dirigir y controlar la construcción, operación y mantenimiento de todos los sistemas mencionados.			X	
AR4. Certificar el funcionamiento, condición de uso o estado de los sistemas mencionados anteriormente.	**A**	**M**	**B**	**N**
CE4.1. Certificar el funcionamiento, condición de uso o estados de todos los sistemas mencionados.			X	
AR5. Proyectar y dirigir lo referido a la higiene y seguridad, en su actividad profesional, incluyendo seguridad informática.	**A**	**M**	**B**	**N**
CE5.1. Proyectar y dirigir lo referido a la higiene y seguridad de todo lo mencionado, incluyendo la seguridad informática.			X	
Competencias Genéricas Tecnológicas	**A**	**M**	**B**	**N**
CG1. Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.	X			
CG2. Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería.			X	
CG3. Gestionar, planificar, ejecutar y controlar proyectos de ingeniería.			X	
CG4. Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería.	X			
CG5. Contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones.		X		
Competencias Genéricas Sociales, Políticas y Actitudinales	**A**	**M**	**B**	**N**
CG6. Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.	X			
CG7. Comunicarse con efectividad.	X			

CG8. Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global.		X		
CG9. Aprender en forma continua y autónoma.	X			
CG10. Actuar con espíritu emprendedor.		X		

PARTE B.4

PROGRAMA ANALÍTICO

Unidades Temáticas de la Asignatura
Explicitar el Programa Analítico completo de la asignatura.

UNIDAD 1: Introducción a los sistemas de control y modelación de sistemas dinámicos.

Elementos que conforman un sistema de control. Ejemplos de sistemas de control y sus partes. Representación por diagramas de bloques. Ventajas de utilizar sistemas realimentados. Modelación de sistemas lineales e invariantes en el tiempo (LIT). Tipos de modelos. Formas de obtención. Ejemplos de modelos: sistemas electrónicos y electromecánicos. Modelación experimental.

UNIDAD 2: Análisis del desempeño de sistemas dinámicos.

Análisis del régimen transitorio de sistemas dinámicos. Especificaciones de la respuesta transitoria para entrada en escalón de sistemas dinámicos. Sistemas de orden superior y reducción de orden: Aproximación por cancelación polo-cero y aproximación por polos dominantes. Análisis del régimen de estado estacionario de sistemas en lazo cerrado: errores de posición, de velocidad y de aceleración.

UNIDAD 3: Acciones de control utilizadas en la industria.

Controlador no lineal ON-OFF. Controladores lineales: adelanto de fase; atraso de fase y combinación de ambas. Casos particulares: Proporcional (P); integral (I); derivativo (D) y sus asociaciones: PI; PD; PID y PI-D.

UNIDAD 4: Técnicas de diseño de controladores.

Diseño de controladores ON-OFF. Diseño de controladores de adelanto y de atraso de fase; P; I; PD; PI y PID: Diseño por reubicación de polos. Diseño por lugar de raíces. Análisis de estabilidad y desempeño en el dominio de frecuencia.

UNIDAD 5: Análisis, diseño y programación de sistemas de control digital.

Ventajas del uso del control digital respecto al control analógico. Señales en sistemas de control muestreados. Muestreo y reconstrucción de señales. Mantenedor de orden cero (ZOH). Efectos del ZOH sobre las señales muestreadas y sobre los sistemas de control en lazo cerrado. Determinación de la frecuencia de muestreo para sistemas de control en lazo cerrado. Relación entre los planos s y z. Rediseño digital de controladores clásicos lineales. Compensación del atraso del ZOH.

UNIDAD 6: Elementos que conforman los sistemas de control.

Sensores y transductores de señales utilizados en procesos industriales para sistemas de control y automatización. Sistemas de supervisión; telemetría y adquisición de datos. Controladores lógicos programables (PLC) para automatización y control.

PARTE C

ACCIONES

Acciones a llevar adelante durante el desarrollo de la asignatura por **docentes y estudiantes** para asegurar la formación de los **resultados de aprendizaje previstos.**

PARTE C.1

DESARROLLO DE LA ASIGNATURA

Describir brevemente el desarrollo de la asignatura a lo largo del periodo acreditado (cuatrimestral o anual). **Argumentar** el enfoque adoptado, así como las modalidades de trabajo que se seleccionarán considerando el **Aprendizaje Centrado en el Estudiante**.

Esta asignatura brinda las herramientas para el análisis, diseño e implementación de controladores digitales para automatizar cualquier proceso conformado por sistemas electrónicos y/o electromecánicos. Se aborda específicamente el análisis y el diseño de sistemas de sistemas de control en lazo cerrado, lineales e invariantes en el tiempo (LIT) de una entrada y una salida (SISO).

Se plantea primero el diseño de controladores clásicos en el dominio del tiempo continuo y en una segunda instancia, la aproximación de estos controladores para poder evaluarlos e implementarlos en el dominio de tiempo discreto. Con esto se procura que el alumno utilice las técnicas de muestreo de señales aplicadas a los sistemas de control en lazo cerrado, observando los efectos de los diferentes métodos de aproximación en el dominio del tiempo y de la frecuencia y su relación con la adecuada selección de la frecuencia de muestreo. También son analizados los atrasos de transporte debidos a la realización digital del controlador, atrasos que deben ser incorporados al modelo discreto o a la implementación digital propiamente dicha.

El alumno debe adquirir la capacidad de poder describir el modelo LIT de un determinado proceso a través de su función de transferencia obtenida en forma analítica y/o experimental, y con este modelo, diseñar el controlador necesario para cumplir con determinadas especificaciones de desempeño utilizando algunas de las técnicas de diseño clásicas. Finalmente, validar el diseño mediante simulación numérica y en forma experimental, relacionando las distintas partes del sistema de control: sensores, actuadores, planta, comunicaciones, dispositivo programable o computadora que efectúa el control, interfaz de visualización.

Las clases teóricas están sustentadas por la simulación numérica utilizando programas específicos dedicados para esta área, los cuales le permiten al alumno acompañar la metodología de diseño de las diversas técnicas de control abordadas en el cursado de esta asignatura y la forma en que estas serán implementadas luego en los dispositivos programables en los experimentos de laboratorio.

Todo lo escrito puede resumirse en los siguientes objetivos específicos:

1 – Analizar y comprender el funcionamiento de sistemas de control en tiempo continuo y tiempo discreto.

2 – Diseñar e implementar sistemas de control lineales e invariantes en el tiempo que se presentan comúnmente en la práctica industrial.

3 – Comprender la operación y utilización de los sensores y transductores empleados en la industria y tomar conocimiento de los diferentes tipos de sistemas de supervisión, telemetría y adquisición de datos utilizados en los sistemas industriales de control.

4 – Aplicar los conceptos de sistemas de control y automatización a la programación de controladores lógicos programables, observando y comprendiendo la interrelación de las diferentes partes que conforman los sistemas de control.

Argumentación del enfoque adoptado:

Los estudiantes se inician en esta asignatura adquiriendo y comprendiendo los saberes mediante las clases suministradas por el docente responsable (en la mayoría de los casos) y complementadas por el jefe de trabajos prácticos en algunos temas específicos. Todo el material de las clases mencionadas, las cuales son acompañadas por programas de simulación matemática, está disponible en el aula virtual. Además, la cátedra tiene a disposición en el aula virtual videos de las clases de cada unidad temática, como así también de otros temas adicionales que el docente incorpora con el objetivo de complementar conocimientos. El objetivo específico de estas clases grabadas, es que los estudiantes puedan consultarlas en el momento que dispongan y puedan volver a analizar con más tiempo lo presentado en la clase presencial y obtener una mejor comprensión de los temas abordados.

Como se mencionó, las clases van siempre acompañadas de ejemplos prácticos, en la medida de lo posible de casos reales que pueden encontrar en la práctica profesional, los cuales son analizados y evaluados utilizándose softwares de simulación orientados al área de sistemas de control. Se trata siempre de obtener una participación de los estudiantes mediante preguntas, en cuanto a poder verificar el grado de comprensión que van adquiriendo con los conceptos vertidos.

En cuanto a las clases de trabajos prácticos (o resolución de problemas) y actividades de laboratorio, siempre se hace una exposición previa sobre los problemas presentados en una guía que deben ser abordados, la metodología de desarrollo, de análisis y de presentación de la información. Se incentiva a una participación de cada alumno, haciendo que desarrolle una parte de uno de los problemas planteados, tarea que puede tener que hacerla utilizando el pizarrón o la computadora utilizando el software de simulación específico, mostrándole a sus compañeros los pasos del desarrollo, siempre bajo la guía del JTP y/o ayudante de cátedra. De esta forma se consigue que aprovechen mejor el tiempo presencial en el aula y logran avanzar mucho más que si se los deja trabajando solos.

Tanto en las actividades de resolución de problemas como en las actividades de laboratorio, el trabajo es en forma grupal (mínimo 2 alumnos y máximo 4, lo cual dependerá de la cantidad de alumnos que cursen en forma regular) tratándose de que los grupos estén conformados siempre que sea posible, por 2 alumnos.

Las guías de problemas a resolver para una determinada guía de trabajos prácticos y las guías de las actividades de laboratorio, se encuentran en formato PDF en el aula virtual. Se les pide a los estudiantes la presentación de un informe solamente para las actividades de laboratorio, para el cual la cátedra posee una plantilla modelo disponible también en el aula virtual. Tales informes tienen indicadas las correspondientes fechas de presentación, en las cuales, una vez cumplidas, el estudiante debe subirlos al aula virtual a través de una tarea creada para tal fin; con el objetivo de que el cuerpo docente pueda evaluarlos.

Las actividades de resolución de problemas, no se basan únicamente en la resolución propiamente dicha, sino que también va acompañada de interrogantes o cuestiones que deben responderse en función del análisis obtenido de la resolución y de la evaluación que el alumno hace de los resultados

obtenidos en la simulación. El planteo de tales cuestionamientos (los cuales se formulan también en las actividades de laboratorio) tiene el objetivo de que el alumno aprenda a emitir una opinión de forma clara, precisa y sucinta; relatando los resultados que aparecen en los gráficos que obtiene de la simulación como resultado de la resolución del problema, identificando y justificando resultados esperados, errores que puedan haber surgidos y mejoras que puedan realizarse.
De esta forma el cuerpo docente puede valorar el conocimiento que el estudiante va incorporando de los temas tratados en las clases teórico-prácticas; la forma de redactar y las formas en la que se expresa para transmitir una idea, o sea, el nivel de la comunicación escrita que posee.
En cuanto a las actividades de laboratorio, antes de iniciarse la actividad propiamente dicha, se les pide a los alumnos que respondan un cuestionario simple de 4 o 5 preguntas las cuales están relacionadas con la guía de laboratorio y el tema abordado en la clase teórico-práctica. Este cuestionario procura que el alumno se tome el tiempo antes de venir al laboratorio, de leer la guía y estar al tanto de qué se trata la actividad y qué es lo que tiene que realizar, evitándose así retrasos en la realización de la misma. Dicho cuestionario debe ser aprobado, en caso contrario se le asigna al estudiante, ½ asistencia.
Todo lo anterior se complementa en la medida de lo posible, con una visita a una industria de la zona, en la cual los estudiantes pueden incorporar algunos conocimientos adicionales relacionados a los sistemas de control para complementar con situaciones reales, los temas tratados en la asignatura.
En cuanto a la evaluación del desempeño del estudiante, la misma se realiza en base a los conceptos provistos por los informes de las actividades experimentales de laboratorio, complementándose la evaluación, con pruebas parciales las cuales en algunos temas son puramente de carácter práctico y en otros temas son una conjunción de temas teórico-prácticos. Además, se tiene en cuenta la participación de cada estudiante en las clases prácticas y de laboratorios, el porcentaje de asistencia a las mismas y el cumplimiento en la entrega de los informes antes mencionados.
Resta indicar que las actividades no presenciales que los estudiantes deben realizar, están relacionadas básicamente con el autoaprendizaje realizado en base al material suministrado por la cátedra y disponible en el aula virtual y en base a las clases en video anteriormente mencionadas. A esto se le suma el tiempo de desarrollo en la resolución de los ejercicios que no hayan conseguido plantear en la clase presencial y la realización de los informes ya descritos. También el alumno está sustentado por la tutoría que ofrece el cuerpo docente, responsable de cátedra, jefe de trabajos prácticos y auxiliares alumnos, rentados y ad-honorem. Estos intervalos de tiempo que el alumno puede utilizar para realizar consultas sobre las actividades prácticas y de laboratorio, deben ser tenidas en cuenta como actividad no presencial, porque se dan fuera del horario asignado a la carga horaria de la asignatura en el plan de estudio.

PARTE C.2

DESARROLLO DE ACTIVIDADES

Indicar en una **tabla**[3] identificas **actividades y Resultados de Aprendizaje**, cantidad de clases, con un orden secuenciado, estimación de tiempo (horas) de trabajo presencial (HP) y no presencial (HNP)del estudiante. Considerar situaciones de Integración. Indicación de la carga total de trabajo del estudiante.

[3] Cada docente optará por diseñar su propia tabla o utilizará los ejemplos que existen de la primera panificación.

RA	Actividades	Cantidad de clases	Horas presenciales	Horas no presenciales
RA1	Presentación del equipo docente y de la planificación de la asignatura. Objetivos de la asignatura y metodología de trabajo. Elementos que conforman un sistema de control. Ejemplos de sistemas de control y sus partes. Representación por diagramas de bloques. Ventajas de utilizar sistemas realimentados. Modelación de sistemas lineales e invariantes en el tiempo (LIT). Tipos de modelos. Formas de obtención. Ejemplos de modelos: sistemas electrónicos y electromecánicos. Modelación experimental. Actividades prácticas con ejercicios para obtener modelos analíticos y modelos en base a reglas empíricas de identificación paramétrica. Realización de actividad de laboratorio para obtener el modelo matemático de un motor de corriente continua en base a ensayos experimentales.	4	18	7
RA2	Análisis del régimen transitorio de sistemas dinámicos. Especificaciones de la respuesta transitoria para entrada en escalón de sistemas dinámicos. Sistemas de orden superior y reducción de orden: Aproximación por cancelación polo-cero y aproximación por polos dominantes. Análisis del régimen de estado estacionario de sistemas en lazo cerrado: errores de posición, de velocidad y de aceleración.	1	8	2
RA3	Controlador no lineal ON-OFF. Controladores lineales: adelanto de fase; atraso de fase y combinación de ambas. Casos particulares: Proporcional (P); integral (I); derivativo (D) y sus asociaciones: PI; PD; PID y PI-D. Actividades prácticas con resolución de problemas en los cuales se analizan los efectos que producen los controladores lineales sobre diferentes tipos de procesos dinámicos.	3	16	6
RA4	Diseño de controladores ON-OFF. Diseño de controladores de adelanto y de atraso de fase; P; I; PD; PI y PID: Diseño por reubicación de polos. Diseño por lugar de raíces. Análisis de estabilidad y desempeño en el dominio de frecuencia. Actividades prácticas con resolución de problemas de diseño de controladores no lineales y lineales. Realización de actividad de laboratorio en la cual se lleva a la práctica experimental la implementación de las diferentes estructuras de controladores aprendidos	5	23	10

RA5	Ventajas del uso del control digital respecto al control analógico. Señales en sistemas de control muestreados. Muestreo y reconstrucción de señales. Mantenedor de orden cero (ZOH). Efectos del ZOH sobre los sistemas de control en lazo cerrado. Determinación de la frecuencia de muestreo para sistemas de control en lazo cerrado. Relación entre los planos s y z. Rediseño digital. Diseño clásico de controladores utilizando el lugar de las raíces en el plano z. Dispositivos programables para el control digital. Controladores lógicos programables (PLC) para la automatización y el control. Sensores y acondicionadores de señales utilizados en procesos industriales para sistemas de control y automatización. Actuadores electrónicos y electromecánicos. Módulos de comunicaciones entre partes de un sistema de control. Sistemas para monitoreo, actualización y supervisión. Actividades prácticas de resolución y simulación de ejercicios de automatismos con PLC. Realización de actividad de laboratorio con PLC para la realización de un automatismo y un control de velocidad de motor en lazo cerrado.	10	40	20

PARTE C.3

DESARROLLO DE ACTIVIDADES AULA VIRTUAL DE LA MATERIA (AVM) Moodle- opcional[4]

Breve descripción de la estructura del Aula Virtual especificando las actividades mediadas a través de la misma.

PARTE C.4

INTENSIDAD DE LA FORMACIÓN PRÁCTICA

Indicación y descripción de las actividades destinadas a la **formación práctica,** haciendo referencia a las **competencias** que contribuyen al desarrollo de este tipo de actividades**.**

Tipo de actividad de formación práctica dentro de espacios físicos de la FI-UNaM	**Cantidad hs**
Espacio Físico (aula- laboratorio, campo u otro): **Aula-Laboratorio planta alta del Departamento de Ingeniería Electrónica.** ACTIVIDADES DE DISEÑO Y SOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE INGENIERÍA	27

[4] **Aula Virtual es opcional** ya que no es una exigencia el uso del SIED, aunque es importante quede el registro en aquellas asignaturas que en la actualidad están trabajando con esta modalidad.

Para esta actividad se requiere un espacio con mesas, sillas y computadoras de escritorio, las cuales se utilizan para auxiliar a los alumnos que necesiten utilizar los programas de simulación matemática utilizados en la asignatura. También se requiere de cañón para proyección audiovisual de la información suministrada por la cátedra y de los videos tutoriales preparados por el equipo de cátedra. Estas actividades son las siguientes:

- **Trabajo Práctico N°1:** Diagramas de bloques de sistemas de control en LC. Modelación de sistemas dinámicos de sistemas LIT. Simulación de Sistemas en LC.
- **Trabajo Práctico N°2:** Acciones básicas de control y sus efectos en los sistemas de lazo cerrado.
- **Trabajo Práctico N°3:** Diseño de controladores clásicos lineales y no lineales.
- **Trabajo Práctico N°4:** Rediseño Digital: Aproximación de Controladores Diseñados en Tiempo Continuo. Compensación del atraso del ZOH.
- **Trabajo Práctico N°5:** Control y Automatismos con PLC.

PARTE D

ACREDITACIÓN DE LOS RA

PARTE D.1

SISTEMA DE EVALUACIÓN

Describir **en forma general** el **sistema de evaluación** que se utilizará en la asignatura para certificar el alcance por parte de los/las estudiantes de los resultados de aprendizaje.

La evaluación de los conocimientos adquiridos en esta asignatura se efectúa de la siguiente forma:

Presentación de informes de las actividades de laboratorio:

Por cada actividad de laboratorio, los alumnos deberán presentar un informe, en tiempo y forma, según el cronograma establecido en la planificación. En los mismos serán evaluados la metodología de desarrollo, los resultados (experimentales y de simulación), los análisis realizados, las conclusiones y la presentación del informe en cuanto a cumplimiento del formato; redacción; calidad de los gráficos y figuras utilizadas; entre otros ítems.

Evaluaciones Parciales:

A lo largo de las 15 semanas de duración del cursado de esta asignatura, se implementan 2 instancias de evaluaciones parciales en forma escrita, en la cual se le pide al alumno que resuelva uno o dos problemas de ingeniería similares a los realizados en las guías de trabajos prácticos, y responda una serie de cuestiones que permitan evaluar la parte teórica. Cada evaluación parcial tiene su propia instancia de recuperación para aquel que haya desaprobado o para el que haya aprobado, pero desea obtener una calificación más alta a la obtenida en el caso que desee promocionar la asignatura. En esta última situación se considerará la nota obtenida en el recuperatorio. En caso de que el alumno no rinda la evaluación parcial en primera instancia (independientemente de la razón que sea), solo podrá acceder a la evaluación de recuperación correspondiente. En este caso, aún mantiene la posibilidad de acceder a la promoción, desde que cumpla con las exigencias para esta condición.

Evaluación para Promoción de la Asignatura

Los alumnos pueden acceder a la promoción de la asignatura en base a las condiciones que se expresan en la siguiente sección.

Condiciones de regularización, promoción y aprobación

Para regularizar la asignatura el alumno deberá cumplir con las siguientes condiciones:

1) Asistir al 80 % de las clases de trabajos prácticos (puede tener como máximo 3 inasistencias debidamente justificadas) y al 100 % de las actividades de laboratorio.

2) Aprobar el 100 % de los informes de las actividades de laboratorio con una calificación mínima de 6.

3) Aprobar cada una de las evaluaciones parciales con una calificación mínima de 6.

4) El promedio de las calificaciones de los informes de laboratorio se promediará con el promedio de las calificaciones obtenidas en los exámenes parciales. El promedio resultante deberá ser mayor o igual a 6.

Para promocionar y aprobar la asignatura el alumno deberá cumplir con las siguientes condiciones:

1) Cumplir con las condiciones 1), 2) y 3) de regularización.

2) El promedio de las calificaciones de los informes de laboratorio se promediará con el promedio de las calificaciones obtenidas en los exámenes parciales. El promedio resultante deberá ser mayor o igual a 8.

Para aprobar la asignatura en caso de haber alcanzado la regularización:

Para el caso de los alumnos que han regularizado la asignatura, los mismos deben rendir un examen final en los turnos de exámenes pautados en el calendario académico.

Para aquellos alumnos que han promocionado la asignatura, deben inscribirse también en un turno de examen para que el docente responsable incluya la nota final en el acta de examen.

EVALUACIONES DE APRENDIZAJES DE RECURSOS

Indicar técnicas e instrumentos para evaluar el aprendizaje de recursos **(saberes conocer, saberes hacer y saberes ser, en forma individual)**. Se debe recordar que estas evaluaciones son previas a las evaluaciones integradoras de resultados de aprendizaje que incluyen situaciones de integración.

RA 1:

Saberes conocer: Interpretar los elementos que conforman un sistema de control y la función de cada uno. Ejemplos de sistemas de control y sus partes. Representación por diagramas de bloques del sistema de control y su utilidad para el análisis y representación de las variables en juego. Comprender las ventajas de utilizar sistemas realimentados respecto a los sistemas sin realimentación. Modelación de sistemas lineales e invariantes en el tiempo (LIT). Comprender los diferentes tipos de modelos y

sus representaciones, como así también las formas de obtención. Ejemplos de modelos: sistemas electrónicos, electromecánicos, térmicos e hidráulicos. Manejar las técnicas de modelación experimental de procesos.

Saberes hacer: Representar los sistemas de control mediante los diagramas de bloques. Obtener la relación de variables entre bloques del sistema de control y las funciones de transferencias de la variable controlada respecto a las diferentes entradas; de la señal de control respecto a la señal de error; de la señal de error respecto a las diferentes entradas y de la perturbación. Determinación analítica del modelo de un proceso en base a las leyes de la física de sistemas mecánicos, térmicos, hidráulicos y electromecánicos, el principio de conservación de la energía, leyes eléctricas y/o electromagnéticas. Determinación experimental del modelo de un proceso (en el dominio del tiempo) representados por su función de transferencia o modelo entrada-salida, en base a la aproximación de las dinámicas a modelos de primero o de segundo orden y utilizando metodologías de identificación de modelos. Determinación experimental del modelo de un proceso a través de su respuesta en el dominio de la frecuencia. Comparación del modelo experimental con el modelo identificado a través de los datos experimentales, utilizando algunos de los diferentes métodos mostrados en clase con el soporte de software de simulación matemática.

Saberes ser: Consecución de las actividades de trabajos prácticos y de laboratorio pautadas. Cumplimiento del formato de presentación del informe y principalmente de la calidad de presentación de los resultados y el análisis correspondiente de los mismos. Claridad y precisión en la comunicación escrita. Presentación de los informes de laboratorio en las fechas establecidas al inicio del cursado. Adecuarse al trabajo en equipo. Acatar las indicaciones que brinda la cátedra en cuanto a la utilización correcta del equipamiento, tanto para el cuidado del mismo como para la seguridad de la persona que lo manipula.

RA 2:

Saberes conocer: Analizar el régimen transitorio de sistemas dinámicos y comprender el significado de sus parámetros y la relación con las dinámicas del proceso. Saber interpretar y definir las especificaciones de la respuesta transitoria para entrada en escalón de sistemas dinámicos. Comprender lo que significa un sistema de orden superior y la importancia de reducir el orden del mismo mediante la aproximación por cancelación polo-cero y aproximación por polos dominantes. Analizar y cuantificar el régimen de estado estacionario de sistemas en lazo cerrado a través de los errores de posición, de velocidad y de aceleración.

Saberes hacer: Interpretar y comprender correctamente los parámetros de desempeño de las respuestas de os procesos en el dominio del tiempo y de la frecuencia y su interrelación. Evaluar en base a estos parámetros, su incidencia en el desempeño de los sistemas de control en lazo cerrado y los efectos sobre los márgenes de estabilidad. Llevar a cabo la reducción de modelos de procesos de orden elevada a modelos de orden reducida (segundo o primer orden) mediante las diferentes técnicas de aproximación y criterios de dominancia. Calcular los errores en estado estacionario de sistemas en lazo cerrado utilizando las constantes estáticas definidas en el dominio de Laplace para las diferentes entradas de referencia estándares. Evaluar lo antes expuesto por simulación matemática mediante software dedicado.

Saberes ser: Claridad y precisión en la comunicación escrita del informe de trabajos prácticos y presentación del mismo en la fecha establecida al inicio del cursado. Adecuarse al trabajo en equipo.

RA 3:

Saberes conocer: Controladores lineales y no lineales: Controlador clásico no lineal ON-OFF o de dos posiciones. Ventajas, desventajas y efectos de este tipo de control sobre la respuesta en el tiempo de sistemas de control en lazo cerrado. Controladores clásicos lineales: Controlador proporcional (P); integral (I) y derivativo (D). Asociación de controladores lineales: proporcional-integral (PI); proporcional-derivativo (PD); proporcional-integral-derivativo (PID); P menos D y PI menos D. Estructuras de PID interactuante y no interactuante. Efectos que producen en las respuestas en el tiempo y la frecuencia de los sistemas en lazo cerrado, las acciones de control proporcional, integral y derivativa. Estructuras genéricas de control (cero-polo) de adelanto y de atraso de fase. Combinación de sus efectos y casos particulares. Estructura de control de acuerdo el modelo del proceso a controlar. Realización de las diferentes estructuras de control lineales y no lineales mencionadas, utilizando dispositivos electrónicos tales como comparadores y amplificadores operacionales para realizar al final, la posterior construcción del circuito como etapa final de integración de los conocimientos adquiridos.

Saberes hacer: Interpretar y comprender correctamente los efectos de las estructuras clásicas de control sobre las respuestas de los procesos en el dominio del tiempo y de la frecuencia y su interrelación. Evaluar su incidencia en el desempeño de los sistemas de control en lazo cerrado y los efectos sobre la estabilidad. Seleccionar una estructura de control lineal en base al conocimiento del modelo del proceso a controlar. Obtener el circuito electrónico equivalente de los controladores lineales y no lineales para su posterior diseño y construcción. Evaluar las diferentes estructuras de control y sus efectos en los sistemas de control en lazo cerrado, mediante simulación matemática utilizando softwares dedicados.

Saberes ser: Claridad y precisión en la comunicación escrita del informe de trabajos prácticos y presentación del mismo en la fecha establecida al inicio del cursado. Adecuarse al trabajo en equipo. Consecución de las actividades de laboratorio pautadas. Cumplimiento del formato de presentación del informe y principalmente de la presentación de los resultados y el análisis correspondiente de los mismos. Acatar las indicaciones que brinda la cátedra en cuanto a la utilización correcta del equipamiento, tanto para el cuidado del mismo como para la seguridad de la persona que lo manipula.

RA 4:

Saberes Conocer: Diseño del controlador clásico no lineal ON-OFF o de dos posiciones. Definición de las especificaciones del problema para lograr un determinado desempeño. Región deseada de los polos de lazo cerrado. Lugar geométrico de las raíces (LGR). Diseño de controladores clásicos lineales en el plano-s: Método de reubicación de polos. Método del lugar geométrico de las raíces. Método de diseño por cancelación polo-cero. Método geométrico para el diseño de controladores de adelanto de fase. Ejemplos aplicados al diseño de controladores lineales: Controlador proporcional (P); integral (I) y derivativo (D) y sus asociaciones proporcional-integral (PI); proporcional-derivativo (PD) y proporcional-integral-derivativo (PID). Estructuras genéricas de control de

adelanto y de atraso de fase y combinación de ambas. Diseño de los dispositivos electrónicos necesarios para la realización física de los controladores lineales o no lineales.

Saberes hacer: Interpretar las especificaciones de desempeño para sistemas con controladores no lineales ON-OFF. Construcción de la región deseada de polos de lazo cerrado e interpretación de las especificaciones de desempeño para sistemas con controladores lineales. Trazado aproximado de lugares geométricos de raíces de sistemas prácticos de primero, segundo y tercer orden, y el efecto de la presencia de ceros. Aplicar dos de las propiedades del LGR necesarias para el diseño de controladores: condición de fase y de magnitud. Aplicar los métodos de reubicación de polos, del LGR de raíces y cancelación polo-cero. Aplicar el método geométrico de diseño para controladores de adelanto de fase. Obtener la estructura de control para el proceso a controlar. Saber diseñar el circuito electrónico que represente a los controladores previamente diseñados.

Saberes ser: Claridad y precisión en la comunicación escrita del informe de trabajos prácticos y presentación del mismo en la fecha establecida al inicio del cursado. Adecuarse al trabajo en equipo.

RA 5:

Saberes Conocer: Repaso de conocimientos de los procesos del muestreo y reconstrucción de señales, la conversión y cuantificación de datos, los principios de los retenedores de datos y sus efectos en las señales muestreadas y en los sistemas de control en lazo cerrado. Metodologías de obtención de la adecuada frecuencia de muestreo de señales en sistemas dinámicos que operan en lazo cerrado en base a los parámetros de desempeño que caracterizan las respuestas en el tiempo y en frecuencia de los sistemas dinámicos. Diseñar controladores clásicos y obtener sus formas aproximadas en base a los diferentes métodos de aproximación de derivadas e integrales aplicadas a las señales involucradas a los sistemas de control y de las funciones de transferencia de los controladores. Diseñar controladores clásicos en el dominio del tiempo discreto utilizando las herramientas de diseño clásicas en el plano z, tales como la reubicación de polos, la cancelación polo-cero y las propiedades de magnitud y fase del lugar geométrico de las raíces. Obtener las ecuaciones a diferencias finitas asociadas al controlador, que serán calculadas en forma recursiva en un dispositivo programable digital. Saber determinar los formatos de implementación de procesadores que trabajan con aritmética de punto fijo en base a las magnitudes de los coeficientes de las ecuaciones a diferencias finitas del controlador. Saber determinar la relación de estos coeficientes con las acciones de control físicas que serán aplicadas al proceso e implementarlas en un software de simulación para su verificación. Entender las ventajas de modelar controladores digitales obtenidos directamente en el dominio del tiempo discreto. Saber cuáles son las desventajas de este tipo de controladores y como pueden ser abordadas. Entender la influencia de la adecuada selección de la frecuencia de muestreo en la determinación de la magnitud de la acción de control y su relación con los actuadores físicos. Conocer diferentes tipos de sensores utilizados en la industria, los principios básicos de funcionamiento, los diferentes tipos de señales que ofrecen, la comunicación e interconexión con los sistemas de control. Conocer los diferentes dispositivos o sistemas embebidos programables utilizados para la diversidad de procesos existentes. Manejo y programación de controladores lógicos programables (PLC) utilizados en la industria. Conocer las interfaces, los sistemas de supervisión; telemetría y adquisición de datos para la industria.

Saberes hacer: Determinar en base a determinados procesos con diferentes constantes de tiempo la adecuada frecuencia de muestreo teniendo en cuenta los efectos dinámicos de la resolución de la conversión analógica a digital, del ancho de palabra en bits y de los retenedores de datos. Saber elegir la aproximación para el controlador diseñado previamente en tiempo continuo, en base a la selección del periodo de muestreo y en base a los efectos que provoca en el desempeño dinámico del proceso que funciona en lazo cerrado. Diseñar controladores en tiempo discreto utilizando las técnicas clásicas de reubicación de polos y condiciones de magnitud y fase del LGR. Dimensionar adecuadamente la acción de control resultante en base a los efectos que provoca en el desempeño dinámico del proceso que funciona en lazo cerrado y sobre los actuadores. Validar los diseños de controladores realizados mediante programas de simulación matemática y luego comprobar su funcionamiento en forma experimental en el laboratorio para un proceso específico. Realizar programas de control y automatismo con PLC y verificarlos en la práctica de laboratorio.

Saberes ser: Claridad y precisión en la comunicación escrita del informe de trabajos prácticos y presentación del mismo en la fecha establecida al inicio del cursado. Adecuarse al trabajo en equipo. Consecución de las actividades de laboratorio pautadas. Cumplimiento del formato de presentación del informe y principalmente de la presentación de los resultados y el análisis correspondiente de los mismos. Acatar las indicaciones que brinda la cátedra en cuanto a la utilización correcta del equipamiento, tanto para el cuidado del mismo como para la seguridad de la persona que lo manipula.

EVIDENCIAS PARA CADA RA

Indicar técnicas e instrumentos de evaluación mediante los cuales se recogerán las **evidencias para determinar el nivel de logro de cada resultado de aprendizaje**, completando una tabla por cada resultado de aprendizaje según el modelo que se presenta a continuación.

Indicar para cada rúbrica las evidencias auxiliares (normas, documentos, informaciones recabadas por la o el estudiante, entrevistas, relevamientos previos de distintos tipos, etc.).

Los estudiantes se inician en esta asignatura adquiriendo y comprendiendo los saberes mediante las clases suministradas por el docente responsable (en la mayoría de los casos) y complementadas por el jefe de trabajos prácticos en algunos temas específicos. Todo el material de las clases mencionadas, las cuales son acompañadas por programas de simulación matemática, está disponible en el aula virtual. Además, la cátedra tiene a disposición en el aula virtual videos de las clases de cada unidad temática, como así también de otros temas adicionales que el docente incorpora con el objetivo de complementar conocimientos. El objetivo específico de estas clases grabadas, es que los estudiantes puedan consultarlas en el momento que dispongan y puedan volver a analizar con más tiempo lo presentado en la clase presencial y obtener una mejor comprensión de los temas abordados.

Como se mencionó, las clases van siempre acompañadas de ejemplos prácticos, en la medida de lo posible de casos reales que pueden encontrar en la práctica profesional, los cuales son analizados y evaluados utilizándose softwares de simulación orientados al área de sistemas de control. Se trata siempre de obtener una participación de los estudiantes mediante preguntas, en cuanto a poder verificar el grado de comprensión que van adquiriendo con los conceptos vertidos.

En cuanto a las clases de trabajos prácticos (o resolución de problemas) y actividades de laboratorio, siempre se hace una exposición previa sobre los problemas presentados en una guía que deben ser abordados, la metodología de desarrollo, de análisis y de presentación de la información. Se incentiva

a una participación de cada alumno, haciendo que desarrolle una parte de uno de los problemas planteados, tarea que puede tener que hacerla utilizando el pizarrón o la computadora utilizando el software de simulación específico, mostrándole a sus compañeros los pasos del desarrollo, siempre bajo la guía del JTP y/o ayudante de cátedra. De esta forma se consigue que aprovechen mejor el tiempo presencial en el aula y logran avanzar mucho más que si se los deja trabajando solos.

Tanto en las actividades de resolución de problemas como en las actividades de laboratorio, el trabajo es en forma grupal (mínimo 2 alumnos y máximo 4, lo cual dependerá de la cantidad de alumnos que cursen en forma regular) tratándose de que los grupos estén conformados siempre que sea posible, por 2 alumnos.

Las guías de problemas a resolver para una determinada guía de trabajos prácticos y las guías de las actividades de laboratorio, se encuentran en formato PDF en el aula virtual. Se les pide a los estudiantes la presentación de un informe para ambos tipos de actividades, informes para los cuales la cátedra posee una plantilla modelo disponible también en el aula virtual. Tales informes tienen indicadas las correspondientes fechas de presentación, en las cuales, una vez cumplidas, el estudiante debe subirlos al aula virtual a través de una tarea creada para tal fin; con el objetivo de que el cuerpo docente pueda evaluarlos.

Las actividades de resolución de problemas, no se basan únicamente en la resolución propiamente dicha, sino que también va acompañada de interrogantes o cuestiones que deben responderse en función del análisis obtenido de la resolución y de la evaluación que el alumno hace de los resultados obtenidos en la simulación. El planteo de tales cuestionamientos (los cuales se formulan también en las actividades de laboratorio) tiene el objetivo de que el alumno aprenda a emitir una opinión de forma clara, precisa y sucinta; relatando los resultados que aparecen en los gráficos que obtiene de la simulación como resultado de la resolución del problema, identificando y justificando resultados esperados, errores que puedan haber surgidos y mejoras que puedan realizarse.

De esta forma el cuerpo docente puede valorar el conocimiento que el estudiante va incorporando de los temas tratados en las clases teórico-prácticas; la forma de redactar y las formas en la que se expresa para transmitir una idea, o sea, el nivel de la comunicación escrita que posee.

En cuanto a las actividades de laboratorio, antes de iniciarse la actividad propiamente dicha, se les pide a los alumnos que respondan un cuestionario simple de 4 o 5 preguntas las cuales están relacionadas con la guía de laboratorio y el tema abordado en la clase teórico-práctica. Este cuestionario procura que el alumno se tome el tiempo antes de venir al laboratorio, de leer la guía y estar al tanto de qué se trata la actividad y qué es lo que tiene que realizar, evitándose así retrasos en la realización de la misma. Dicho cuestionario debe ser aprobado, en caso contrario se le asigna al estudiante, ½ asistencia.

Todo lo anterior se complementa en la medida de lo posible, con una visita a una industria de la zona, en la cual los estudiantes pueden incorporar algunos conocimientos adicionales relacionados a los sistemas de control para complementar con situaciones reales, los temas tratados en la asignatura.

En cuanto a la evaluación del desempeño del estudiante, la misma se realiza en base a los conceptos provistos por los informes de actividades experimentales en laboratorio. En cuanto a los informes, ya se mencionó en detalle en los párrafos anteriores qué es lo que se evalúa. La evaluación se complementa, además, con pruebas parciales las cuales en algunos temas son puramente de carácter práctico y en otros temas son una conjunción de temas teórico-prácticos. Además, se tiene en cuenta la participación de cada estudiante en las clases prácticas y de laboratorios, el porcentaje de asistencia a las mismas y el cumplimiento en la entrega de los informes antes descritos.

Resta indicar que las actividades no presenciales que los estudiantes deben realizar, están relacionadas básicamente con el autoaprendizaje realizado en base al material suministrado por la cátedra y

disponible en el aula virtual y en base a las clases en video anteriormente mencionadas. A esto se le suma el tiempo de desarrollo en la resolución de los ejercicios que no hayan conseguido plantear en la clase presencial y la realización de los informes ya descritos. También el alumno está sustentado por la tutoría que ofrece el cuerpo docente, responsable de cátedra, jefe de trabajos prácticos y auxiliares alumnos, rentados y ad-honorem. Estos intervalos de tiempo que el alumno puede utilizar para realizar consultas sobre las actividades prácticas y de laboratorio, deben ser tenidas en cuenta como actividad no presencial, porque se dan fuera del horario asignado a la carga horaria de la asignatura en el plan de estudio.

UTILIZACIÓN DE RÚBRICAS -opcional[5]

Explicitar cada uno de los criterios de evaluación según el formato [verbo] [objeto] [condición]
Explicitar el o los desempeños específicos a graduar para cada uno de los criterios
Explicitar los pesos porcentuales de los criterios.
Presentar las Rúbricas analíticas; con cada uno de los descriptores (indicar aquellos que sea obligatorios).

PARTE D.2

MEDIDAS DE CONTENCIÓN E INCLUSIÓN

Describir las estrategias para el análisis de los errores que eventualmente puedan cometer las y los estudiantes en las evaluaciones. **Y las principales medidas tutoriales y remediales para la contención y la inclusión** a llevar adelante con los/las estudiantes que tienen dificultades, particularmente a partir del análisis de los resultados de las evaluaciones de los resultados de aprendizaje.

El cuerpo docente de la cátedra busca a lo largo del cursado y durante las etapas de evaluación, de remediar los errores que puedan cometer los estudiantes y la comprensión errónea de conceptos con el objetivo de que todos los alumnos regulares que se inscriben a la asignatura consigan alcanzar los estándares mínimos exigidos para la aprobación de la misma. Las medidas que se toman son las siguientes:

En cuanto a la evaluación de los informes de las actividades de laboratorio, estos se evalúan una sola vez y no tienen posibilidad de una segunda corrección, con el objetivo de que el alumno demuestre la disposición que tiene para la tarea de realizar un informe y las capacidades que posee para la redacción y presentación adecuada de la información. En la evaluación se le da también un concepto con una nota del 1 al 10 y se les hace ver al alumno cuáles son las mejoras a tener en cuenta en sus próximos informes como así también se lo congratula cuando ha hecho una muy buena presentación y análisis de los resultados obtenidos.

En cuanto a las evaluaciones parciales de conocimientos, el alumno tiene derecho a un examen de recuperación para poder mejorar su promedio y/o no quedar libre.

El alumno tiene un acompañamiento constante a lo largo del cuatrimestre por parte de todo el cuerpo docente, desde el profesor responsable de cátedra hasta el alumno auxiliar adscripto, atendiendo las

[5] Cada docente **optará por la utilización de rúbricas** como modalidad de evaluación de las competencias.

consultas durante los horarios de consulta establecidos o inclusive en horarios diferentes. Se les brinda todo el material que necesitan para el aprendizaje incluidos los archivos de las simulaciones que necesiten para tal fin. La información que brinda la cátedra garantiza el aprendizaje y el logro de las competencias que esta asignatura pretende lograr.

La cátedra es muy flexible con las fechas pautadas tanto para la entrega de informes como para las evaluaciones parciales, considerando que durante el cursado hay actividades (entre ellas las evaluaciones parciales) de otras asignaturas que se les pueden superponer y dependiendo del avance de las clases en el cronograma y de los tiempos de corrección de los informes, el cuerpo docente puede establecer nuevas fechas de entrega de informes y de evaluaciones parciales o de evaluaciones de recuperación. En el caso de las evaluaciones de recuperación suelen realizarse en días diferentes a los asignados a la asignatura con el objetivo de no perder dictado de clases o avances en el desarrollo de las actividades prácticas o de laboratorio y, a su vez, brindarle la posibilidad al alumno de que pueda prepararse bien para poder aprobar la evaluación.

PARTE D.3

ACREDITACIÓN Y SISTEMA DE CALIFICACIÓN

Describir y argumentar el sistema de acreditación directo y sistema de acreditación no directo, considerando los criterios del Aprendizaje y de la Evaluación Centrados en el Estudiante.

Describir estrategias a seguir con los/las estudiantes que **no alcanzan los niveles de Principiante** en ninguno de los criterios de evaluación de los resultados de aprendizaje de la asignatura, considerando los criterios del Aprendizaje y de la Evaluación Centrados en el Estudiante.

Descripto en las partes D.1 y D.2 anteriores.

PARTE E

CRONOGRAMA, RECURSOS, REGLAMENTO Y BIBLIOGRAFÍA

Contiene otros aspectos necesarios en la planificación.

PARTE E.1

CRONOGRAMA SÍNTESIS

Listado de cada una de las actividades (con fechas) que se desarrollarán en cada encuentro presencial (docentes y estudiantes), **Tiempo insumido** por actividad, **momentos de evaluación de recursos** y de situaciones de integración; recuperación **de actividades incumplidas, presentado en formato de tabla.**[6]

Fecha	Tema
Lunes 17/8 14 a 18 hs	Feriado Paso a la inmortalidad Gral. San Martín

[6] El modelo de tabla queda a criterio del docente, puede tomar ejemplos, adaptarlos o generar uno nuevo.

Viernes 21/8 14 a 17 hs	Presentación del equipo docente, de la asignatura y planificación. Objetivos de la asignatura y metodología de trabajo. Elementos que conforman un sistema de control. Ejemplos de sistemas de control y sus partes. Representación por diagramas de bloques. Ventajas de utilizar sistemas realimentados. Modelación de sistemas lineales e invariantes en el tiempo (LIT).
Lunes 24/8 14 a 18 hs	Tipos de modelos. Formas de obtención. Ejemplos de modelos: sistemas electrónicos y electromecánicos. Modelación experimental. Simulación mediante Matlab y PSIM de los modelos obtenidos. **Presentación del trabajo práctico N°1 y desarrollo en clase:** Diagramas de bloques de sistemas de control en LC. Modelación de sistemas dinámicos de sistemas LIT. Simulación de Sistemas en LC.
Viernes 28/8 14 a 17 hs	Semana JIDETeV
Lunes 31/8 14 a 18 hs	Asueto: Aniversario de la Facultad de Ingeniería – UNaM.
Viernes 4/9 14 a 17 hs	**Finalización del trabajo práctico N°1.**
Lunes 7/9 14 a 18 hs	**Actividad de Laboratorio Nº1:** Métodos clásicos para modelación de sistemas a través de la respuesta al escalón.
Viernes 11/9 14 a 17 hs	Análisis del régimen transitorio de sistemas dinámicos. Especificaciones de la respuesta transitoria para entrada en escalón de sistemas dinámicos. Sistemas de orden superior y reducción de orden: Aproximación por cancelación polo-cero y aproximación por polos dominantes. Análisis del régimen de estado estacionario de sistemas en lazo cerrado: errores de posición, de velocidad y de aceleración.
Lunes 14/9 14 a 18 hs	Controlador no lineal ON-OFF. Controladores lineales: adelanto de fase; atraso de fase y combinación de ambas. Casos particulares: Proporcional (P); integral (I); derivativo (D) y sus asociaciones: PI; PD; PID y PI-D. **Presentación del trabajo práctico N°2 y desarrollo en clase:** Acciones básicas de control y sus efectos en los sistemas de lazo cerrado. Sistemas de orden superior y reducción de orden. **Entrega del informe de Laboratorio N°1**.

Viernes 18/9 14 a 17 hs	**Finalización del trabajo práctico N°2.**
Lunes 21/9 14 a 18 hs	Día del Estudiante
Miércoles 23/9 8 a 11 hs	**Consultas sobre los trabajos prácticos N°1 y N°2.**
Viernes 25/9 14 a 17 hs	**Primera Evaluación Parcial:** Integra los conocimientos de los trabajos prácticos N°1 y N°2.
Lunes 28/9 14 a 18 hs	Diseño de controladores clásicos por reubicación de polos. Diseño de controladores clásicos por lugar de raíces. Análisis de estabilidad y desempeño en el dominio de frecuencia.
Viernes 2/10 14 a 17 hs	**Presentación del trabajo práctico N°3 y desarrollo en clase:** Diseño de controladores clásicos lineales y no lineales.
Lunes 5/10 14 a 18 hs	**Finalización del trabajo práctico N°3.**
Miércoles 7/10 8 a 12 hs	**Recuperatorio Primera Evaluación Parcial.**
Viernes 9/10 14 a 17 hs	Sensores y transductores de señales utilizados en procesos industriales para sistemas de control y automatización. Sistemas de supervisión, telemetría y adquisición de datos.
Lunes 12/10 14 a 18 hs	Día del Respeto a la Diversidad Cultural
Viernes 16/10 14 a 17 hs	Ventajas del uso del control digital respecto al control analógico. Diagrama de bloques y señales en sistemas de control muestreados. Muestreo y reconstrucción de señales. Mantenedor de orden cero (ZOH).

Lunes 19/10 14 a 18 hs	Efectos del ZOH sobre las señales muestreadas y sobre los sistemas de control en lazo cerrado. Determinación de la frecuencia de muestreo para sistemas de control en lazo cerrado. Relación entre los planos s y z.
Viernes 23/10 14 a 17 hs	Efectos del ZOH sobre las señales muestreadas y sobre los sistemas de control en lazo cerrado. Determinación de la frecuencia de muestreo para sistemas de control en lazo cerrado. Relación entre los planos s y z. **Continuación.**
Lunes 26/10 14 a 18 hs	Día del Estudiante del Interior
Viernes 30/10 14 a 17 hs	**Clase Especial Controladores Digitales de Señales (DSC): Arduino DUE y ESP32.** Rediseño digital de controladores clásicos lineales. P, PD, PI, PID, de adelanto de fase, de atraso de fase y adelanto-atraso de fase. Compensación del atraso del ZOH.
Lunes 2/11 14 a 18 hs	**Presentación del trabajo práctico N°4 y desarrollo en clase:** Diseño y Simulación de Controladores en Tiempo Discreto: Rediseño Digital.
Viernes 6/11 14 a 17 hs	**Finalización del trabajo práctico N°4 y consultas.**
Lunes 9/11 14 a 18 hs	**Segunda Evaluación Parcial:** Integra los conocimientos de los trabajos prácticos N°3 y N°4.
Viernes 13/11 14 a 17 hs	**Actividad de Laboratorio N°2:** Control Digital de Velocidad de un Motor CC-CC y de Tensión de un Convertidor Buck.
Lunes 16/11 14 a 18 hs	**Continuación y Finalización de la Actividad de Laboratorio N°2.**
Viernes 20/11 14 a 17 hs	**Recuperatorio Segunda Evaluación Parcial.** **Presentación del Informe de Laboratorio N°2 para su Evaluación.**
Lunes 23/11 14 a 18 hs	Día de la Soberanía Nacional.

Viernes 27/11 14 a 17 hs	Clase de Controladores Lógicos Programables (PLC) para automatización y control.
Lunes 30/11 14 a 18 hs	**Actividad de Laboratorio N°3:** Automatismos con PLC.
Viernes 4/12 14 a 17 hs	**Cierre de cuatrimestre**

PARTE E.2

LISTADO DE ENTREGABLES

Explicitar toda producción que los/las estudiantes deban entregar para acreditar los resultados de aprendizaje de la asignatura, presentando un listado por cada uno.

Para acreditar los resultados de aprendizaje, los estudiantes deben entregar la siguiente producción:

- ✍ Informes de las actividades de laboratorio.

PARTE E.3

REGLAMENTO DE CÁTEDRA - Opcional[7]

Describir brevemente las **normas** de trabajo, de honestidad personal e intelectual, etc.; los **formatos y condiciones de las producciones** de los/las estudiantes (ejercicios y/o problemas resueltos, proyectos, informes de prácticas de laboratorio, etc.) tipos de archivos/videos, etc.

Describir las condiciones bajo las cuales se desarrollarán las evaluaciones (uso de libros, apuntes u otros materiales auxiliares, consultas y diálogos entre pares y docentes, acceso a internet, etc.)

PARTE E.4

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía Básica / Bibliografía Complementaria /Artículos científicos /Sitios web / Otros.

Básica:

- 🕮 Ogata, Katsuhiko; Ingeniería de Control Moderna. Prentice Hall; 5ta edición.
- 🕮 Kuo, Benjamin C.; Sistemas de Control Automático. Prentice Hall; 7ma edición.
- 🕮 Dorf Richard C., Bishop Robert H.; Sistemas de control moderno; Pearson Education, 2005.

[7] El **Reglamento de Cátedra es opcional**, aunque consideramos que es un recurso solicitado en planificaciones anteriores y ofrece información relevante.

📖 Ogata, Katsuhiko; "Sistemas de Control de Tiempo Discreto"; Pearson; Segunda Edición; 1996.

📖 Kuo, Benjamín C.; "Sistemas de Control Digital", CECSA, México; 1ra Edición en español; 1997.

Complementaria:

📖 Phillips, Charles L.; Tagle, Troy H.; "Digital Control System Analysis and Design" Prentice Hall, 3rd Edition.

📖 Aström, Karl J.; Wittenmark, Björn; "Computer-Controlled Systems, Theory and Design"; Prentice Hall, Third Edition.

📖 Franklin Gene F.; Powell David J. Workman Michael; "Digital Control of Dynamic Systems"; Ellis-Kagle Press, Third Edition.

📖 B. Roffel; B. H. Betlem; "Advanced Practical Process Control", Springer; 2004.

📖 Cheng, C. T.; "Analog and Digital Control System Design", State University of New York at Stony Brook, Oxford University Press, First Edition; 2006.

📖 Fadali, M. Sam; "Digital Control Engineering, Analysis and Design"; Elsevier; 2009.

Sitios web recomendados

https://ctms.engin.umich.edu/CTMS/index.php?example=Introduction&section=ControlDigital
https://controlautomaticoeducacion.com/
https://www2.ensc.sfu.ca/people/faculty/saif/ctm/digital/digital.html
https://ocw.mit.edu/courses/res-6-010-electronic-feedback-systems-spring-2013/download/

PARTE E.5

RECURSOS (Elaborados por el Equipo Docente)

Guías de ejercicios y/o problemas (presenciales / no presencial), Guías de laboratorio (indicar el repositorio). Videos de clases grabadas (indicar el repositorio: YouTube®, Drive, etc.) / Otros.

Las guías de ejercicios, de laboratorio, el material generado por la cátedra (apuntes, presentaciones y archivos de simulaciones con los diferentes softwares utilizados), los links a los videos de las clases grabadas y material adicional, están todos disponibles en el aula virtual Moodle de la asignatura **Sistemas de control y automatización**.

https://aulavirtual.fio.unam.edu.ar/course/view.php?id=749

PARTE E.6

REUNIONES EQUIPO DOCENTE - Opcional

Citar estrategias para el **análisis del desarrollo del curso** (participación en las clases de los/las estudiantes, cumplimiento de las funciones, comunicación con los/las estudiantes, otros)

Plantear **estrategias para mejora continua** luego de aplicado el modelo (revisión de mediación pedagógica, tiempo del estudiante, evaluaciones formativas, rúbricas, etc.).

El equipo docente analiza y evalúa continuamente cómo la mediación pedagógica y las evaluaciones afectan al desempeño del estudiante y se trata de formular la cantidad de actividades para no sobrecargar al estudiante, teniendo en cuenta las demás asignaturas en el cuatrimestre y el tiempo que le pueden dedicar tanto dentro como fuera de la facultad, sin perjudicar la calidad de esas actividades para garantizar el aprendizaje y comprensión de los contenidos mínimos. Se incentiva la participación de los alumnos en las clases de actividades prácticas durante las cuales todos aportan a la resolución de problemas con el objetivo de que consoliden los conocimientos adquiridos en las clases teóricas.

PARTE E.7

COMUNICACIÓN A ESTUDIANTES DE LA PLANIFICACIÓN

Citar acciones para lograr una correcta comprensión por parte de los/las estudiantes acerca del significado de los resultados de aprendizaje, tipos de mediación pedagógica y particularmente el sistema de evaluación.

En la primera clase, al inicio del cuatrimestre, se les explica a las/los estudiantes el nuevo esquema de planificación, específicamente los resultados de aprendizaje y el sistema de evaluación.

Rubén Orlando Núñez
Profesor Adjunto – Responsable de Cátedra
Dpto. Ingeniería Electrónica y Computación
FI - UNaM
10/08/2026