



Ministerio de Cultura y Educación
Universidad Nacional de San Luis
Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias
Departamento: Ingeniería
Area: Electrónica

(Programa del año 2026)
(Programa en trámite de aprobación)
(Presentado el 22/04/2026 15:45:26)

I - Oferta Académica

| Materia | Carrera | Plan | Año | Período |
|---------------------|------------------|-----------------|------|-----------------|
| Sistemas de Control | ING. MECATRÓNICA | OCD N° 19/22 | 2026 | 1° cuatrimestre |

II - Equipo Docente

| Docente | Función | Cargo | Dedicación |
|--------------------------------|-------------------------|------------|------------|
| MARTIN FERNANDEZ, LUCAS LUCIAN | Prof. Responsable | P.Adj Exc | 40 Hs |
| SERRA, FEDERICO MARTIN | Prof. Colaborador | P.Tit. Exc | 40 Hs |
| MEZZANO, FERNANDO ADRIAN | Responsable de Práctico | A.1ra Simp | 10 Hs |

III - Características del Curso

| Credito Horario Semanal | | | | |
|-------------------------|----------|-------------------|---------------------------------------|-------|
| Teórico/Práctico | Teóricas | Prácticas de Aula | Práct. de lab/ camp/ Resid/ PIP, etc. | Total |
| 3 Hs | Hs | 2 Hs | 1 Hs | 6 Hs |

| Tipificación | Periodo |
|--|-----------------|
| B - Teoria con prácticas de aula y laboratorio | 1° Cuatrimestre |

| Duración | | | |
|------------|------------|---------------------|-------------------|
| Desde | Hasta | Cantidad de Semanas | Cantidad de Horas |
| 11/03/2026 | 23/06/2026 | 15 | 90 |

IV - Fundamentación

La asignatura Sistemas de Control constituye un pilar fundamental en el cuarto año de Ingeniería Mecatrónica, actuando como el nexo donde se integran la mecánica, la electrónica y la computación. Su propósito es dotar al estudiante de las herramientas para modelar matemáticamente y controlar la interacción entre actuadores, sensores y procesos físicos. El curso aborda el diseño de controladores mediante enfoques clásicos y modernos (espacio de estados), capacitando al alumno para gobernar la dinámica de sistemas multidisciplinares. Mediante el uso intensivo de herramientas de simulación y diseño asistido por computadora, se promueve un aprendizaje que valida la teoría frente a desafíos reales de automatización y control de movimiento.

V - Objetivos / Resultados de Aprendizaje

Objetivo General: Que el estudiante logre modelar matemáticamente la dinámica de sistemas electromecánicos y multidisciplinares, analizar su estabilidad y desempeño tanto en régimen transitorio como estacionario, y diseñar estrategias de control (clásicas y modernas) que garanticen el cumplimiento de especificaciones técnicas preestablecidas.

Resultados de Aprendizaje: Al finalizar el curso, el estudiante será capaz de:

Comprender los fundamentos de los sistemas realimentados y reconocer su impacto en la automatización y el control de procesos modernos.

Modelar matemáticamente sistemas físicos de distinta naturaleza (eléctricos, mecánicos, térmicos e hidráulicos), identificando sus variables de estado, funciones de transferencia e interacciones dinámicas.

Analizar la dinámica y estabilidad de los sistemas, abordando la complejidad particular de modelos no lineales, con énfasis en actuadores y mecanismos.

Diseñar controladores y compensadores que permitan modificar el comportamiento natural de un sistema para satisfacer requisitos de desempeño (tiempo de respuesta, sobrepaso, error en estado estable).

Aplicar técnicas de síntesis de control clásico y moderno en la resolución de problemas concretos en áreas como robótica, accionamientos eléctricos y automatización industrial.

VI - Contenidos

Unidad N° 1: “Introducción”

Sistema de control

Componentes de un sistema de control

Ejemplos de sistemas de control

Sistemas de control en lazo abierto

Sistemas de control en lazo cerrado

Diseño y compensación de sistemas de control

Unidad N° 2: “Modelado matemático de sistemas”

Función de transferencia y de respuesta impulso

Sistemas de control automáticos

Modelado en el espacio de estados

Representación en el espacio de estados de sistemas de ecuaciones diferenciales escalares

Linealización de modelos matemáticos no lineales

Modelado matemático de sistemas eléctricos

Modelado matemático de sistemas mecánicos

Modelado matemático de sistemas de fluidos y sistemas térmicos

Unidad N° 3: “Análisis transitorio y en estado estacionario”

Sistemas de primer orden

Sistemas de segundo orden

Sistemas de orden superior

Criterio de estabilidad de Routh

Efectos de las acciones de control integral y derivativa en el comportamiento del sistema

Errores en estado estacionario en los sistemas de control con realimentación unitaria

Unidad N° 4: “Análisis y diseño de sistemas de control por el método del lugar geométrico”

Gráficas del lugar de las raíces

Lugar de las raíces de sistemas con realimentación positiva

Diseño de sistemas de control mediante el método del lugar de las raíces

Compensación de adelanto

Compensación de retardo

Compensación de retardo-adelanto

Compensación paralela

Unidad N° 5: “Análisis y diseño de sistemas de control por el método de la respuesta en frecuencia”

Diagramas de Bode

Criterio de estabilidad de Nyquist

Análisis de estabilidad y estabilidad relativa

Respuesta en frecuencia en lazo cerrado de sistemas con realimentación unitaria

Determinación experimental de funciones de transferencia

Diseño de sistemas de control por el método de la respuesta en frecuencia
Compensación de adelanto
Compensación de retardo
Compensación de retardo-adelanto

Unidad N° 6: “Controladores PID y controladores PID modificados”

Reglas de Ziegler-Nichols para la sintonía de controladores PID
Diseño de controladores PID mediante el método de respuesta en frecuencia
Diseño de controladores PID mediante el método de optimización computacional
Modificaciones de los esquemas de control PID
Control con dos grados de libertad
Método de asignación de ceros para mejorar las características de respuesta

Unidad N° 7: “Análisis de sistemas de control en el espacio de estados”

Representaciones en el espacio de estados de sistemas definidos por su función de transferencia
Solución de la ecuación de estado invariante con el tiempo
Controlabilidad
Observabilidad

Unidad N° 8: “Diseño de sistemas de control en el espacio de estados”

Asignación de polos
Diseño de servosistemas
Observadores de estado
Diseño de sistemas reguladores con observadores
Diseño de sistemas de control con observadores
Sistema regulador óptimo cuadrático
Sistemas de control robusto

VII - Plan de Trabajos Prácticos

TP1 – Introducción a los sistemas de control.

TP2 – Diagramas en bloque, modelado matemático, análisis de respuesta transitoria de sistemas físicos y error en estado estable.

TP3– Lugar geométrico de las raíces.

TP4 – Diseño de sistemas de control en el dominio del tiempo.

TP5 – Diseño de sistemas de control en el dominio de la frecuencia.

TP6 – Diseño de sistemas de control en variable de estados.

Los trabajos prácticos antes mencionados serán elaborados en grupos de 2 o 3 estudiantes y aplicados sobre los siguientes sistemas físicos:

1. Levitador magnético.
2. Péndulo invertido.
3. Sistema de seguimiento del sol.
4. Sistema de nivel de líquidos.
5. Motor de corriente continua.

La asignatura promueve el desarrollo de competencias de comunicación técnica. Por ello, los trabajos prácticos no solo requieren la resolución de problemas y simulación, sino también la presentación de un informe en formato PDF bajo estándares profesionales definidos por la cátedra.

Como cierre de la actividad, el estudiante deberá defender su trabajo mediante dos exposiciones orales, una sobre modelado y análisis y otra sobre diseño de controladores. En esta instancia se valorará la capacidad de síntesis, la oratoria, el uso de vocabulario técnico y la presencia profesional. Es requisito excluyente el respeto por los tiempos asignados: 15 minutos de exposición y 5 minutos de debate, simulando las restricciones de una presentación de proyecto real.

VIII - Regimen de Aprobación

A - METODOLOGÍA DE DICTADO DEL CURSO:

El dictado del curso será presencial, se prevé una clase teórica y una clase práctica semanal, donde esta última podrá ser de práctica de aula o laboratorio dependiendo de los contenidos del programa a dictarse en cada semana en particular.

Los contenidos teóricos y prácticos serán puestos a disposición de los estudiantes a través de la plataforma Google Classroom provista por la UNSL.

B - CONDICIONES PARA REGULARIZAR EL CURSO

Para alcanzar la condición de Alumno Regular, los estudiantes deberán satisfacer los siguientes requisitos:

Asistencia: Cumplimentar un mínimo del 80% de asistencia a las clases teóricas y prácticas áulicas.

Trabajo Práctico integrador: Presentación y aprobación del 100% de las actividades prácticas propuestas por la cátedra. La nota mínima de aprobación para cada instancia de presentación e informe será de 70 puntos (o su equivalente porcentual).

Evaluaciones Parciales: Aprobar una evaluación parcial teórica-práctica con una calificación igual o superior a 50 puntos en primera instancia, y de 60 puntos o superior en la 1er instancia de recuperación. Para acceder al segundo recuperatorio que se tomará al final del cuatrimestre, se deberá haber aprobado el Trabajo práctico integrador en todas sus instancias, y la nota para su aprobación debe ser 60 puntos o superior.

C – RÉGIMEN DE APROBACIÓN CON EXÁMEN FINAL

El examen final para estudiantes regulares consistirá en una evaluación oral sobre los contenidos teóricos de la asignatura. La selección de temas se realizará al azar al momento del examen. Para garantizar un dominio integral de la materia, la evaluación se estructurará en torno a dos ejes centrales: Análisis y Diseño de control. El estudiante sorteará tres (3) temas, desarrollándose el examen de la siguiente manera:

Distribución Temática:

Tema 1 (Análisis): Referido a las Unidades 1, 2, 3, 4, 5 y 7.

Tema 2 (Diseño): Referido a las Unidades 4, 5, 6 y 8.

Tema 3 (Defensa/Validación): Instancia complementaria sujeta al desempeño en los temas anteriores.

Criterios de Aprobación:

Aprobación Directa: Si el estudiante demuestra un dominio superior al 60% de los conceptos mínimos tanto en el Tema 1 como en el Tema 2, el examen se considerará aprobado.

Instancia de Defensa (Tema 3): Si el estudiante aprueba un tema, pero en el otro demuestra un conocimiento parcial (entre 30% y 50%), deberá exponer el Tema 3. Este tema estará específicamente relacionado con el área donde presentó falencias, brindando una oportunidad para ratificar conocimientos y alcanzar la nota de aprobación.

Reprobación Directa: Se considerará desaprobado el examen si el estudiante manifiesta desconocimiento total o insuficiente (<30%) en cualquiera de los temas asignados inicialmente, sin derecho a la instancia del tercer tema.

D – RÉGIMEN DE PROMOCIÓN SIN EXAMEN FINAL

Para acceder al sistema de promoción directa, los estudiantes deberán satisfacer los siguientes requisitos de desempeño y asistencia:

Asistencia: Cumplir con un mínimo del 80% de asistencia a las clases teóricas y prácticas.

Evaluaciones Parciales: Aprobar una evaluación parcial teórica-práctica con una calificación igual o superior a 70 puntos en primera instancia, y de 80 puntos o superior en la 1ra instancia de recuperación, siempre y cuando hayan aprobado en la primera instancia.

Trabajo Práctico integrador: Presentación y aprobación del 100% de las actividades prácticas propuestas por la cátedra. La nota mínima de aprobación para cada instancia de presentación e informe será de 90 puntos (o su equivalente porcentual).

E – RÉGIMEN DE APROBACIÓN PARA ESTUDIANTES LIBRES

La cátedra no contempla el régimen de aprobación para estudiantes libres.

IX - Bibliografía Básica

[1] Ogata, Katsuhiko. "Ingeniería de control moderna". 5ª ed. Pearson Prentice Hall. 2010. Tipo:Libro. Formato:Impreso. Disponibilidad: Biblioteca Villa Mercedes.

[2] Kuo, Benjamin "Sistemas de control automático". 7ª ed. Prentice-Hall. 1996. Tipo:Libro. Formato:Impreso. Disponibilidad: Biblioteca Villa Mercedes.

[3] Nise, Norman. "Sistemas de Control para Ingeniería". 3ª ed. C.E.C.S.A. 2005. Tipo:Libro. Formato:Impreso. Disponibilidad: Biblioteca Villa Mercedes.

X - Bibliografía Complementaria

- [1] Goodwin, Graebe & Salgado, Control System Design. Prentice Hall, 2001. Tipo: Libro. Formato: Digital. Disponibilidad: A cargo del Alumno.
- [2] Dorf, Richard Carl . “Sistemas modernos de control” 2ª ed. Addison-Wesley Iberoamericana. 1989. Tipo:Libro. Formato:Impreso. Disponibilidad: Biblioteca Villa Mercedes.
- [3] Jagan, N. C. “Control Systems” 2ª ed. BS Publications. 2008. Tipo: Libro. Formato: Digital. Disponibilidad: A cargo del Alumno.

XI - Resumen de Objetivos

El estudiante estará capacitado para:

• Comprender los fundamentos de los sistemas realimentados.

• Modelar matemáticamente sistemas físicos de distinta naturaleza.

• Analizar la dinámica y estabilidad de los sistemas, abordando la complejidad particular de modelos.

• Diseñar controladores y compensadores que permitan modificar el comportamiento natural de un sistema.

• Aplicar técnicas de síntesis de control clásico y moderno en la resolución de problemas concretos.

XII - Resumen del Programa

Unidad N° 1: “Introducción”

Unidad N° 2: “Modelado matemático de sistemas”

Unidad N° 3: “Análisis transitorio y en estado estacionario”

Unidad N° 4: “Análisis y diseño de sistemas de control por el método del lugar geométrico”

Unidad N° 5: “Análisis y diseño de sistemas de control por el método de la respuesta en frecuencia”

Unidad N° 6: “Controladores PID y controladores PID modificados”

Unidad N° 7: “Análisis de sistemas de control en el espacio de estados”

Unidad N° 8: “Diseño de sistemas de control en el espacio de estados”

XIII - Imprevistos

Las clases podrían realizarse de manera on-line, con los recursos disponibles por le FICA, pero teniendo en cuenta que el régimen de promoción puede verse afectado en el caso de no poder llevar a cabo el 100% de las clases prácticas de aula y de laboratorio y sus respectivas instancias de evaluación.

XIV - Otros

Aprendizajes Previos:

Aplica métodos de resolución analítica y numéricos:

• Funciones de una variable.

• Calculo diferencial e integral.

• Funciones reales y vectoriales.

• Algebra lineal.

• Sistemas de ecuaciones.

• Ecuaciones diferenciales ordinarias y a derivadas parciales.

Aplica los conceptos de mecánica clásica (Leyes de Newton) de inercia, la relación fuerza y aceleración y la ley de acción y reacción. También, aplica la dinámica del movimiento de rotación.

Aplica los conceptos de electricidad de la ley de Ohm, y las leyes de Kirchhoff.

Aplica los conceptos de la ley de Pascal de presión de un fluido.

Utiliza software específico de cálculo numérico y simulación.

Detalles de horas de la Intensidad de la formación práctica.

Cantidad de horas de Teoría: 30.

Cantidad de horas de Práctico Aula: 35.

Cantidad de horas de Práctico de Aula con software específico: 5.

Cantidad de horas de Formación Experimental: 0.

Cantidad de horas de Resolución Problemas Ingeniería con utilización de software específico: 5.

Cantidad de horas de Resolución Problemas Ingeniería sin utilización de software específico: 5.

Cantidad de horas de Diseño o Proyecto de Ingeniería con utilización de software específico: 5.

Cantidad de horas de Diseño o Proyecto de Ingeniería sin utilización de software específico: 5.

Aportes del curso al perfil de egreso:

1.1. Identificar, formular y resolver problemas. (Nivel 2)

1.2. Concebir, diseñar, calcular, analizar y desarrollar proyectos. (Nivel 2)

2.1. Utilizar y adoptar de manera efectiva las técnicas, instrumentos y herramientas de aplicación. (Nivel 1)

2.4. Aplicar conocimiento de las ciencias básicas de la ingeniería y de las tecnologías básicas. (Nivel 3)

2.6. Evaluar críticamente ordenes de magnitud y significación de resultados numéricos. (Nivel 1)

3.1. Desempeñar de manera efectiva en equipos de trabajo multidisciplinarios. (Nivel 1)

3.2. Tomar la palabra con facilidad, convicción y seguridad y adaptar el discurso a los distintos públicos y las exigencias formales requeridas. Comunicarse con soltura por escrito, estructurando el contenido del texto y los apoyos gráficos para facilitar la comprensión e interés del lector en escritos de extensión media. (Nivel 2)

ELEVACIÓN y APROBACIÓN DE ESTE PROGRAMA

Profesor Responsable

Firma:

Aclaración:

Fecha: