Ministerio de Cultura y Educación **(Programa del año 2024)**
Universidad Nacional de San Luis
Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias
Departamento: Ingeniería
Area: Electrónica

I - Oferta Académica

Materia	Carrera	Plan	Año	Período
Sistemas de Control	ING.ELECTROMECÁNICA	OCD Nº 25/22	2024	2° cuatrimestre

II - Equipo Docente

Docente	Función	Cargo	Dedicación
SERRA, FEDERICO MARTIN	Prof. Responsable	P.Tit. Exc	40 Hs
MARTIN FERNANDEZ, LUCAS LUCIAN	Responsable de Práctico	P.Adj 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	0 Hs	2 Hs	1 Hs	6 Hs

Tipificación	Periodo
B - Teoria con prácticas de aula y laboratorio	2º Cuatrimestre

Duración			
Desde	**Hasta**	**Cantidad de Semanas**	**Cantidad de Horas**
05/08/2024	15/11/2024	15	90

IV - Fundamentación

Sistemas de control es un curso de cuarto año de la carrera Ingeniería Electrónica, Ingeniería Electromecánica e Ingeniería Mecatrónica. Básicamente comprende el estudio de los sistemas de control desde los puntos de vista clásico y moderno. Específicamente el curso prepara al alumno para realizar el modelado, análisis y diseño de sistemas de control en el dominio del tiempo, frecuencia y en el espacio de estados. Esto posibilita al alumno poder estudiar y comprender el desempeño de sistemas físicos y a partir de esto plantear la adecuada estrategia de control para que dicho sistema cumpla con las especificaciones de diseño esperadas. Las unidades, si bien tienen una correlatividad vertical, en varios casos se trabajará en paralelo, mediante el uso de medios informáticos; los cuales facilitarán la comprensión y utilización de los conceptos aprendidos y se alternarán los fundamentos teóricos con las ejercitaciones prácticas y de laboratorio.

V - Objetivos / Resultados de Aprendizaje

Brindar al estudiante los conocimientos necesarios para identificar, implementar y operar posteriormente diferentes sistemas de control, realizando previamente un análisis de desempeño, robustez y estabilidad en régimen transitorio y en estado estable de un sistema físico, para luego diseñar una estrategia de control que permita modificar su comportamiento y lograr el desempeño deseado.

Resultados de aprendizaje:

Determinar y reconocer los conceptos de sistemas de control realimentado y sus usos en ámbitos de aplicación de la ingeniería.
Modelar matemáticamente diferentes sistemas físicos (eléctricos, mecánicos e hidráulico).
Analizar la dinámica de los sistemas físicos a través del modelo matemático.
Diseñar una estrategia de control para modificar el comportamiento natural de un sistema.

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 dominó del tiempo.
TP5 – Diseño de sistemas de control en el dominó de la frecuencia.
TP6 – Diseño de sistemas de control en variable de estados.

Los trabajos prácticos antes mencionados serán elaborados en grupos de 3 o 4 estudiantes y aplicados sobre los siguientes sistemas físicos:
1. Motor de corriente continua.
2. Levitador magnético.
3. Convertidor DC-DC buck.
4. Péndulo invertido.
5. Sistema de seguimiento del sol.
6. Sistema de nivel de líquidos.
7. Brazo robótico.

Los trabajos prácticos tendrán parte de trabajo de aula, parte de simulación en computadora y redacción de informe, estos deberán ser entregados en formato PDF utilizando un formato específico brindado por la cátedra, donde se evaluará la calidad del informe y el contenido del mismo.

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 acceder a la condición de regular, los estudiantes deberán cumplir con los siguientes requisitos:
Entregar y aprobar, con al menos 70 puntos, el 100% de las actividades prácticas propuestas por el equipo docente.
Aprobar con al menos 50 puntos, el 100% de las evaluaciones parciales practicas definidas de acuerdo a las normativas vigentes en la UNSL.
Asistir al menos al 80% de las clases prácticas de aula.
C – RÉGIMEN DE APROBACIÓN CON EXÁMEN FINAL
El examen final para los estudiantes que se encuentren en condición regular consistirá en una evaluación oral y/o escrita sobre los contenidos teóricos de la asignatura. Los temas se sortearán al azar el día del examen.
D – RÉGIMEN DE PROMOCIÓN SIN EXAMEN FINAL
Para acceder a la condición de promoción, los estudiantes deberán cumplir con las siguientes consideraciones:
Entregar y aprobar, con 100 puntos, el 100% de las actividades prácticas propuestas por el equipo docente.
Aprobar con al menos 80 puntos, el 100% de las evaluaciones parciales practicas definidas de acuerdo a las normativas vigentes en la UNSL.
Asistir al menos al 80% de las clases prácticas de aula.
Defender de manera oral un trabajo integrador
E – RÉGIMEN DE APROBACIÓN PARA ESTUDIATNES LIBRES
No se contempla la aprobación con examen en carácter de libre.

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 - Bibliografia 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 alumno estará capacitado para:
Determinar y reconocer los conceptos de sistemas de control realimentado.
Modelar matemáticamente diferentes sistemas.
Analizar la dinámica de los sistemas físicos a través del modelo matemático.
Diseñar una estrategia de control para modificar el comportamiento natural de un sistema.

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

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.

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: 25.
Cantidad de horas de Práctico Aula: 40.
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 órdenes 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)