

PROGRAMA DE CURSO

CONTROL AVANZADO DE SISTEMAS

A. Antecedentes generales del curso:

| | | | | | | |
|----------------------------|---|--------|------------|-----------|--------------------------------------|-----|
| Departamento | Ingeniería Eléctrica (DIE) | | | | | |
| Nombre del curso | Control Avanzado de Sistemas | Código | EL4105 | Créditos | 6 | |
| Nombre del curso en inglés | <i>Advanced Control Systems</i> | | | | | |
| Horas semanales | Docencia | 3 | Auxiliares | 1,5 | Trabajo personal | 5,5 |
| Carácter del curso | Obligatorio | | | Electivo: | X Núcleo línea de especialización | |
| Requisitos | EL4114: Optimización, EL3204: Análisis de sistemas dinámicos y estimación | | | | | |

B. Propósito del curso:

El curso tiene como propósito que los y las estudiantes diseñen y evalúen estrategias de control óptimo, control predictivo y control inteligente (control difuso y redes neuronales), utilizando herramientas analíticas y computacionales. Para ello, identifica y verifica los fundamentos de la teoría de identificación de sistemas, control óptimo, control predictivo y control inteligente.

El curso tributa a las siguientes competencias específicas (CE) y genéricas (CG):

CE1: Formular, analizar, simular y usar modelos físico-matemáticos que caractericen sistemas dinámicos y fuentes de incertidumbre.

CE2: Concebir y aplicar conocimientos de ciencias físicas y matemáticas para el desarrollo de soluciones tecnológicas a problemáticas de la Ingeniería Eléctrica y áreas afines.

CE4: Concebir, diseñar y evaluar, dispositivos, sistemas y desarrollos científico- tecnológicos para la solución de problemas en el ámbito de la Ingeniería Eléctrica, considerando especificaciones técnicas, así como requerimientos económicos, ambientales, sociales y éticos.

CE5: Resolver problemas y optimizar soluciones en el ámbito de la Ingeniería Eléctrica utilizando conceptos, enfoques y metodologías apropiadas.

CG1: Comunicación académica y profesional

Comunicar en español de forma estratégica, clara y eficaz, tanto en modalidad oral como escrita, puntos de vista, propuestas de proyectos y resultados de investigación fundamentados, en situaciones de comunicación compleja, en ambientes sociales, académicos y profesionales.

CG4: Trabajo en equipo

Trabajar en equipo, de forma estratégica y colaborativa, en diversas actividades formativas, a partir de la autogestión de sí mismo y de la relación con el otro, interactuando

con los demás en diversos roles: de líder, colaborador u otros, según requerimientos u objetivos del trabajo, sin discriminar por género u otra razón.

C. Resultados de aprendizaje:

| Competencias específicas | Resultados de aprendizaje |
|--------------------------|---|
| CE1 | RA1: Utiliza herramientas analíticas y computacionales para verificar los fundamentos de la teoría de identificación de sistemas, control óptimo, control predictivo y control inteligente (control difuso y redes neuronales). |
| CE2, CE4, CE5 | RA2: Analiza y diseña estrategias de identificación de sistemas, control óptimo, control predictivo y control inteligente, aplicables a procesos multivariables y no-lineales. |
| CE4, CE5 | RA3: Evalúa estrategias de identificación de sistemas, control óptimo, control predictivo y control inteligente, utilizando para ello herramientas analíticas y computacionales. |
| Competencias genéricas | Resultados de aprendizaje |
| CG1 | RA5: Expone, por escrito, argumentos claros y concisos para justificar adecuadamente las soluciones obtenidas en problemas de identificación de sistemas dinámicos, control óptimo, control predictivo y control inteligente. |
| CG4 | RA6: Trabaja con su equipo organizadamente en la ejecución de diversas actividades formativas, compartiendo conocimientos e ideas que permitan alcanzar los objetivos comunes. |

D. Unidades temáticas:

| Número | RA al que tributa | Nombre de la unidad | Duración en semanas |
|---|-------------------------|--|---------------------|
| 1 | RA1, RA3, RA4, RA5, RA6 | Identificación de sistemas | 3 semanas |
| Contenidos | | Indicador de logro | |
| 1.1. Identificación de modelos estocásticos de entrada-salida. Casos de perturbación de ruido blanco y de ruido coloreado. 1.2. Métodos para determinación de estructuras de modelos. 1.3. Métodos de estimación de parámetros. Estimación recursiva y no recursiva. 1.4. Identificación para control de sistemas. | | El/la estudiante: 1. Comprende los fundamentos de la teoría de identificación de sistemas dinámicos. 2. Diseña modelos matemáticos para sistemas, estimando sus parámetros. 3. Utiliza y evalúa modelos matemáticos para sistemas dinámicos, optimizando funcionales del error de predicción. 4. Trabaja en equipo, compartiendo información e ideas para el logro de los objetivos comunes. 5. Justifica por escrito los resultados obtenidos en la resolución de problemas, considerando con claridad y concisión en sus ideas. | |
| Bibliografía de la unidad | | (1) | |

| Número | RA al que tributa | Nombre de la unidad | Duración en semanas |
|--|-------------------------|---|---------------------|
| 2 | RA2, RA3, RA4, RA5, RA6 | Control Óptimo y Control Predictivo | 6 semanas |
| Contenidos | | Indicador de logro | |
| 2.1. El control óptimo frente a otras formas de control. 2.2. Control óptimo de sistemas en equilibrio. 2.3. Control óptimo dinámico en el caso determinístico. El Principio del Máximo. Problemas básicos. 2.4. Control óptimo de sistemas lineales con función de costo cuadrática en caso determinístico y estocástico (LQR y LQGR). 2.5. Fundamentos del control predictivo. Control por matriz dinámica (DMC). Control predictivo generalizado (GPC). Control predictivo con restricciones. | | El/la estudiante: 1. Comprende los fundamentos de la teoría de control óptimo. 2. Diseña y evalúa controladores para sistemas que optimicen funciones cuadráticas de costo y restricciones. 3. Comprende los fundamentos de la teoría del control predictivo. 4. Diseña y evalúa controladores predictivos con restricciones en la función objetivo. 5. Justifica por escrito los resultados obtenidos, elaborando argumentos claros y precisos en cuanto a los conceptos estudiados y a la justificación de dichos resultados. 6. Trabaja en equipo, de manera organizada para resolver tareas y ejercicios. | |

| | |
|---------------------------|------------|
| Bibliografía de la unidad | (2) (3) |
|---------------------------|------------|

| Número | RA al que tributa | Nombre de la unidad | Duración en semanas |
|---|-------------------------|--|---------------------|
| 3 | RA2, RA3, RA4, RA5, RA6 | Control Inteligente | 6 semanas |
| Contenidos | | Indicador de logro | |
| 3.1. Fundamentos de la lógica difusa. 3.2. Modelos basados en lógica difusa: modelos Mamdani y Takagi-Sugeno. 3.3. Identificación de modelos difusos. 3.4. Estrategias de control difuso. 3.5. Modelos neuronales. 3.6. Identificación de modelos neuronales. 3.7. Estrategias de control neuronal. | | El/la estudiante: <ol style="list-style-type: none"> 1. Comprende los fundamentos de la teoría de control inteligente. 2. Diseña y evalúa controladores para sistemas dinámicos, basados en lógica difusa. 3. Diseña y evalúa controladores para sistemas dinámicos, basados en modelos neuronales. 4. Trabaja en equipo, compartiendo información en pro de un objetivo común. 5. Expone por escrito argumentos claros con los que justifica los resultados obtenidos. | |
| Bibliografía de la unidad | | (4) | |

E. Estrategias de enseñanza -aprendizaje:

| |
|--|
| <p>El curso considera el uso de diversas estrategias de enseñanza:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Clase expositiva. ● Resolución de problemas (en clase y trabajo personal). ● Ejercicios con problemas teórico-prácticos y laboratorios computacionales. |
|--|

F. Estrategias de evaluación:

El curso considera las siguientes instancias de evaluación:

| Tipo de evaluación | Resultado de aprendizaje asociado a la evaluación |
|---------------------------|--|
| • Ejercicios/laboratorios | RA1, RA2, RA3, RA4, RA5, RA6 |
| • Controles. | Control 1: RA1, RA2, RA3, RA4 Control 2: RA1, RA2, RA3, RA4 |
| • Examen | RA1, RA2, RA3, RA4 |

Un examen final dará cuenta del resultado del aprendizaje del curso.

La nota final (NF) del curso se calculará de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$NF = 0.7 * C + 0.3 * EJ.$$

C: Nota controles.

EJ: Nota actividades complementarias (ejercicios, laboratorios).

Es requisito de aprobación poseer $EJ \geq 4.0$.

Al inicio de cada semestre, el cuerpo académico informará sobre los tipos de evaluación, la cantidad y las ponderaciones correspondientes.

G. Recursos bibliográficos:

Bibliografía básica:

- [1] Ljung, L. (1999). *System Identification: Theory for the User*. Prentice Hall PTR, 2nd edition.
- [2] BRYSON, A.E. (1999). *Dynamic Optimization*. Addison Wesley.
- [3] CAMACHO, E.; BORDONS, C. (2007). *Model Predictive Control*. Springer-Verlag, 2nd edition.
- [4] NGUYEN, H., PRASAD, N., WALKER, C., WALKER, E. (2002). *A First Course in Fuzzy and Neural Control*. CRC.

Bibliografía complementaria:

- [5] BABUSKA, R. (1998). *Fuzzy Modelling for Control*. KAP.
- [6] MCIEJOWSKI, J. (2002). *Predictive Control with Constraints*. Prentice Hall.
- [7] NORGAARD, P.M., RAVN, O., POULSEN, N.K., HANSEN, L.K. (2000). *Neural Networks for Modelling and Control of Dynamic System*. Springer-Verlag.

H. Datos generales sobre elaboración y vigencia del programa de curso:

| | |
|-----------------|---|
| Vigencia desde: | Primavera, 2022 |
| Elaborado por: | Doris Sáez, Marcos Orchard |
| Validado por: | Enviado a validación académicos pares: Constanza Ahumada, Jorge Silva, Roberto Cárdenas, Martin Adams Validación CTD ampliado de Eléctrica |
| Revisado por: | Área de Gestión Curricular |