

## 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: Núcleo línea de especialización	X	
Requisitos	EL4114: Optimización EL3204: Análisis de sistemas dinámicos y estimación					

#### B. Propósito del curso:

El curso tiene como propósito que el estudiante diseñe y evalúe estrategias de control óptimo, control predictivo y control inteligente, 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.
CE2, CE4, CE5	RA2: Analiza y diseña estrategias para la resolución de problemas de identificación de sistemas, control óptimo, control predictivo y control inteligente, aplicables a procesos multivariados 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 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
<b>Contenidos</b>		<b>Indicador de logro</b>	
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 estudiante: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Comprende los fundamentos de la teoría de identificación de sistemas dinámicos.</li> <li>2. Diseña modelos matemáticos para sistemas, estimando sus parámetros.</li> <li>3. Utiliza y evalúa modelos matemáticos para sistemas dinámicos, optimizando funcionales del error de predicción.</li> <li>4. Trabaja en equipo, compartiendo información e ideas para el logro de los objetivos comunes.</li> <li>5. Justifica por escrito, con claridad y concisión, los resultados obtenidos en la resolución de problemas.</li> </ol>	
<b>Bibliografía de la unidad</b>		(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
<b>Contenidos</b>		<b>Indicador de logro</b>	
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		El estudiante: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Comprende los fundamentos de la teoría de control óptimo.</li> <li>2. Diseña y evalúa controladores para sistemas que optimicen funciones cuadráticas de costo y restricciones.</li> <li>3. Comprende los fundamentos de la teoría del control predictivo.</li> <li>4. Diseña y evalúa controladores predictivos con restricciones en la función objetivo.</li> <li>5. Justifica por escrito los resultados obtenidos.</li> <li>6. Trabaja en equipo para resolver tareas y ejercicios.</li> </ol>	

<p>           predictivo generalizado (GPC).            Control predictivo con            restricciones.         </p>	
<p>Bibliografía de la unidad</p>	<p>(2) (3)</p>

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	
<p>           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.         </p>		<p>El estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Comprende los fundamentos de la teoría de control inteligente.</li> <li>2. Diseña y evalúa controladores para sistemas dinámicos, basados en lógica difusa.</li> <li>3. Diseña y evalúa controladores para sistemas dinámicos, basados en modelos neuronales.</li> <li>4. Trabaja en equipo, compartiendo información para alcanzar los objetivos de las actividades.</li> <li>5. Expone por escrito argumentos con los que justifica los resultados obtenidos.</li> </ol>	
<p>Bibliografía de la unidad</p>		<p>(4)</p>	

#### E. Estrategias de enseñanza -aprendizaje:

El curso considera el uso de diversas estrategias de enseñanza:

- Clase expositiva.
- Resolución de problemas.
- Laboratorio.

## F. Estrategias de evaluación:

El curso considera las siguientes instancias de evaluación:

Tipo de evaluación	Resultado de aprendizaje asociado a la evaluación
<ul style="list-style-type: none"> <li>Ejercicios</li> </ul>	RA1, RA2, RA3, RA4, RA5, RA6
<ul style="list-style-type: none"> <li>Controles.</li> </ul>	Control 1: RA1, RA2, RA3, RA4 Control 2: RA1, RA2, RA3, RA4
<ul style="list-style-type: none"> <li>Examen</li> </ul>	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  $EJ \geq 4.0$ .

## 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:

<b>Vigencia desde:</b>	Primavera, 2020
<b>Elaborado por:</b>	Doris Sáez, Marcos Orchard
<b>Validado por:</b>	Enviado a validación entre pares: Jorge Silva, Roberto Cárdenas, Constanza Ahumada, Martin Adams para posterior validación CTD Eléctrica
<b>Revisado por:</b>	Área de Gestión Curricular