PROCEDIMIENTO: FORMULACION O ACTUALIZACION DEL PROYECTO ACADEMICO EDUCATIVO-PAE PARA PROGRAMAS DE PREGRADO

CONTENIDOS PROGRAMATICOS PROGRAMAS DE PREGRADO

Código: D-GPA-P01-F02	Versión: 01	Página 1 de 3

Fecha: 16 de Abril de 2018

PROGRAMA ACADÉMICO: INGENIERÍA ELECTRÓNICA

SEMESTRE: SEPTIMO

ASIGNATURA: MODELADO DE SISTEMAS

CÓDIGO: 8108704

NÚMERO DE CRÉDITOS: 3

PRESENTACIÓN

Este curso brinda a los estudiantes las herramientas matemáticas necesarias para el modelado y análisis de sistemas dinámicos, y para la sintonización y diseño de controladores industriales. Igualmente, el curso busca facilitar el desarrollo de habilidades transversales para desarrollar proyectos relacionados con aplicaciones de control en campos como la Automatización Industrial, la Electrónica Industrial y el Control de Procesos, entre otros.

JUSTIFICACIÓN

Los sistemas de control son considerados en la ingeniería como un área interdisciplinar y multidisciplinar encargada de modelar y analizar plantas, y diseñar controladores. Los controladores actúan sobre las variables de entrada de una planta (objeto que se desea controlar) con el fin de que las variables de salida se comporten de acuerdo con una referencia preestablecida. Los sistemas de control se pueden encontrar en la vida cotidiana, por ejemplo, el control del nivel de la cisterna de un inodoro, el sistema de calefacción de una casa, el control de temperatura en el refrigerador, el control de llenado de una lavadora, etc. En la industria, están entre otros, el control de temperatura de hogar en una caldera, el control de nivel en un tanque de almacenamiento de agua, el control de pH en la industria química, el control de velocidad de un motor. Otros ejemplos de sistemas de control fuera del campo de la ingeniería son: la regulación del salario para una tarea determinada por la demanda u oferta de trabajadores, el control de la explosión demográfica a través de las campañas de planificación familiar o de la educación sexual, el control de la inflación, etc.

Para el caso de la ingeniería, la teoría de control se aplica con el propósito de controlar variables, casi siempre de tipo industrial, con el fin de automatizar una tarea para aumentar la producción o mejorar la calidad de un servicio o producto, para lo cual es necesario obtener el modelo de la planta y analizar su dinámica, este curso se enfoca desarrollar capacidades para que los estudiantes puedan representar las dinámicas de los sistemas a partir de representaciones Entrada-Salida (Funciones de Transferencia) o de estado.

COMPETENCIAS

Al final de este curso el estudiante debería estar en capacidad de:

- Reconocer el funcionamiento de sistema de instrumentación y control.
- Modelar sistemas físicos reales por medio de modelos matemáticos o experimentales E-S.
- Seleccionar la técnica de control apropiada según los requerimientos del problema a solucionar
- Comprender el funcionamiento de los sistemas de control industrial realizando un énfasis en los controladores PID y su implementación.
- Estar en capacidad sintonizar e implementar sistemas de control automático en procesos productivos reales.

METODOLOGÍA

Este curso se desarrolla utilizando Aprendizaje Basado en Proyectos (*Project-Based Learning*), que busca el acercamiento al análisis y solución de problemas de la disciplina tomando el entorno como referencia este

PROCEDIMIENTO: FORMULACION O ACTUALIZACION DEL PROYECTO ACADEMICO EDUCATIVO-PAE PARA PROGRAMAS DE PREGRADO

CONTENIDOS PROGRAMATICOS PROGRAMAS DE PREGRADO

Código: D-GPA-P01-F02 Versión: 01 Página 2 de 3

enfoque educativo parte de un problema de control que consiste en la construcción de una planta prototipo, el desarrollo del proyecto facilita la conceptualización, la aplicación de la teoría a la práctica y el desarrollo de habilidades transversales como el trabajo en equipo, la recursividad y la creatividad. Las clases son dirigidas por el docente quien además de facilitar el aprendizaje de conceptos, orienta al grupo de estudiantes en el desarrollo de sus proyectos. Los proyectos son definidos por los profesores del área y desarrollados por equipos de estudiantes con la asesoría de los docentes. Los lineamientos de presentación del proyecto se consignarán en la 'Guía del Estudiante'. Documento diseñado por los docentes del área, el cual también contendrá las estrategias de seguimiento y la evaluación del curso

Adicionalmente, la asignatura de Modelado de Sistemas Dinámicos contará con un monitor, quien apoyará al docente en el desarrollo de prácticas de laboratorio, las cuales buscan fortalecer las habilidades técnicas de los estudiantes en el manejo de tecnología y herramientas de simulación para la implementación de su proyecto final.

INVESTIGACIÓN

Este curso fortalece la formación para la investigación en el desarrollo de una actitud investigativa que se promueve a través de un enfoque activo de educación, el cual facilita el desarrollo de habilidades como la gestión de la información y el tiempo, la toma de decisiones, la solución de problemas y el pensamiento crítico. Capacidades que son fundamentales en el desarrollo de procesos de investigación científica.

MEDIOS AUDIOVISUALES

Software: Matlab®, OrCAD PSpice®, LabVIEW™

EVALUACIÓN

EVALUACIÓN COLECTIVA

La **asignatura es de nota única** (solo se registra la nota del curso en el sistema de Registro Académico al final del semestre

La Evaluación colectiva corresponde al desarrollo del proyecto y equivale al 40% de la nota Final.

Para la evaluación del desarrollo del proyecto de control se tendrá en cuenta los cuatro principios de la teoría de control: modelado, análisis de estabilidad, el efecto de la realimentación y el diseño del controlador o compensador , y se realizará en dos etapas, la Etapa 1, en la semana 9, y estará enfocada en los aspectos Diseño de la planta y el Modelado del sistema, y la Etapa 2, al final del semestre, y hará hincapié en el Diseño, implementación y desempeño del controlador en la planta y el Funcionamiento del Sistema.

En cada Etapa la evaluación será realizada por al menos dos jurados, profesores del área de Control, la nota final del proyecto corresponderá al promedio de las calificaciones obtenidas tomando como base un puntaje máximo total de 100 puntos. El puntaje obtenido será ponderado de 0 a 5.0 para definir la nota del proyecto, la cual tiene un valor del 40% en la nota final del curso. Los puntajes de calificación de acuerdo con los aspectos evaluados y las etapas serán distribuidos de la siguiente manera:

- Capacidad para presentar resultados en forma Oral y Escrita: Este ítem se enfoca en observar la capacidad de los estudiantes para describir los aspectos más relevantes del desarrollo del proyecto y la síntesis en la presentación de resultados. Así como su habilidad para diseñar ayudas audiovisuales, el seguimiento de plantillas en reportes escritos, el uso de estilos de referenciación y el respeto a los derechos de autor.
- Respuesta a las preguntas: Evalúa la capacidad de los integrantes del equipo para responder las preguntas del jurado.

PROCEDIMIENTO: FORMULACION O ACTUALIZACION DEL PROYECTO ACADEMICO EDUCATIVO-PAE PARA PROGRAMAS DE PREGRADO

CONTENIDOS PROGRAMATICOS PROGRAMAS DE PREGRADO

Código: D-GPA-P01-F02 Versión: 01 Página 3 de 3

- Diseño de la planta: Tiene en cuenta el diseño mecánico, eléctrico y electrónico de la planta, la selección de actuadores y sensores, el diseño de los acondicionamientos de señal y drivers necesarios. Este aspecto de la evaluación observa la capacidad de los estudiantes para identificar las variables y elementos de un lazo de control, y su creatividad y recursividad en la implementación física del sistema tomando como base la presentación final de la planta y su funcionalidad.
- Modelado del Sistema: Se enfoca en observar la capacidad de los estudiantes para representar en un modelo la dinámica de la planta, ya sea a través de variables de estado o en Función de Transferencia, ya sea obtenidos a partir de leyes físicas o experimentalmente.
- Diseño, implementación y desempeño del controlador: En este ítem el evaluador observará si la
 estrategia de control escogida es la más adecuada, teniendo en cuenta los parámetros de
 desempeño requeridos para el sistema, el tipo de actuador, la dinámica de la planta, los
 parámetros utilizados en el diseño, el análisis del sistema en el tiempo, la estructura del
 controlador, el método de diseño y el desempeño del mismo en el sistema real.
- Funcionamiento del sistema: Observa el desempeño total del sistema (controlador, planta, actuador, sensor, observador si lo hay, estimador si lo hay).

EVALUACIÓN INDIVIDUAL

La evaluación individual corresponde a: Parciales, Trabajos, Quices, talleres, etc. Y equivale al 60% de la nota final. El tipo de actividades de evaluación y sus porcentajes serán definidos por los profesores del área y socializados en la primera clase del semestre.

CONTENIDOS TEMÁTICOS MÍNIMOS

UNIDAD 1: INTRODUCCIÓN AL MODELADO DE SISTEMAS DINÁMICOS

- 1. Introducción y Definiciones Básicas.
- 1.1 Definición de modelo
- 1.2 Tipos de Modelos
- 1.3 Identificación de elementos de un lazo típico de control
- 1.4 Sistemas en lazo abierto y sistemas en lazo cerrado

UNIDAD 2: MODELADO DE SISTEMAS ELECTROMECÁNICOS

- 2.1 Sistema Masa-Resorte- Amortiguador Lineal
- 2.2 Sistema Inercia Resorte amortiguador Rotacional
- 2.3 Péndulo Invertido
- 2.4 Péndulo simple
- 2.5 Servomotor DC
- 2.6 Robot PR
- 2.7 Sistema de Potencia eléctrica

UNIDAD 3: SISTEMAS FLUÍDICOS, HIDRÁULICOS Y TÉRMICOS

- 3.1 Pipa de Gas
- 3.2 Tanque de nivel de agua
- 3.3 Tangues interconectados
- 3.4 Calentador de agua
- 3.5 Sistemas de ventilación

UNIDAD 4: MODELOS ENTRADA SALIDA Y DE ESTADO

PROCESO: GESTION DE PROGRAMAS ACADEMICOS PROCEDIMIENTO: FORMULACION O ACTUALIZACION DEL PROYECTO ACADEMICO EDUCATIVO-PAE PARA PROGRAMAS DE PREGRADO

CONTENIDOS PROGRAMATICOS PROGRAMAS DE PREGRADO

Código: D-GPA-P01-F02 Versión: 01 Página 4 de 3

- 4.1 Técnicas de Linealización de modelos no lineales
- 4.2 Modelos Basados en Ecuaciones Diferenciales lineales
- 4.4 Modelos basados Funciones de transferencia en tiempo continuo
- 4.3 Modelos basados en espacio de estados de tiempo continuo
- 4.5 Modelos basados en Funciones de transferencia
- 4.6 Algebra de diagramas de bloques para sistemas de tiempo continuo
- 4.7 Diagramas de flujo para sistemas continuos
- 4.8 Formula de Mason

EVALUACIÓN ETAPA 1 DEL PROYECTO

UNIDAD 5: MODELADO EXPERIMENTAL DE SISTEMAS

- 5.1 Señales de prueba (Delta de Dirac, Escalón, Rampa, Parábola)
- 5.2 Curvas de Reacción (Step Test)
- 5.3 Análisis de la respuesta en el tiempo

Sistemas primer orden

Sistemas de primer orden más tiempo muerto (FOPDT)

Sistemas de segundo orden, subamortiguados y sobre amortiguados

- 5.4 Obtención de modelos usando datos experimentales del Step Test
- 5.5 Análisis del Error

UNIDAD 6: SINTONIZACIÓN DE CONTROLADORES INDUSTRIALES

- 6.1 Control On Off.
- 6.2 Redes de atraso- Adelanto.
- 6.3 Sintonización de Controladores PID.
- 6.4 Discretización de Controladores (Método de Tustin).
- 6.5 Ejemplos de Aplicación.

UNIDAD 7: DISEÑO DE CONTROLADORES POR ESPACIO DE ESTADOS

- 7.1 Diseño de controladores con retroalimentación Estática de estado.
- 7.2 Diseño de Controladores por Retroalimentación dinámica de los estados.
- 7.3 Diseño de Controladores por Retroalimentación dinámica de la Salida.
- 7.4 Diseño de controladores con Observadores Lineales.

UNIDAD 8: EVALUACIÓN DEL PROYECTO

Tiempo Estimado 4 horas (semana 16)

LECTURAS MÍNIMAS

El Impacto de la Tecnología de Control, compilación realizada por la Sociedad de Control de la IEEE, que muestra casos de éxito, aplicaciones y desafíos del Control en diferentes campos de aplicación:

T. Samad and A. Annaswamy, "New Edition of CSS's "The Impact of Control Technology" Report [Publication Activities]," in *IEEE Control Systems*, vol. 33, no. 2, pp. 21-21, April 2013.doi: 10.1109/MCS.2012.2234933 URL: http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6479391&isnumber=6479381

PROCEDIMIENTO: FORMULACION O ACTUALIZACION DEL PROYECTO ACADEMICO EDUCATIVO-PAE PARA PROGRAMAS DE PREGRADO

CONTENIDOS PROGRAMATICOS PROGRAMAS DE PREGRADO

Código: D-GPA-P01-F02 Versión: 01 Página 5 de 3

Se recomienda el seguimiento y lectura de las siguientes revistas científicas, disponibles en https://ieeexplore.ieee.org/

- IEEE Transactions on Circuits and Systems
- IEEE Transactions on Control Systems Technology
- IEEE Transactions on Automatic Control
- IEEE Control Systems Magazine

BIBLIOGRAFÍA

- L. Paul H., "Sistemas de control en ingeniería", Editorial Prentice-Hall, 1999.
- M. E. Salgado, "Análisis de sistemas lineales", Editorial Pearson Pretince Hall, 2005.
- R. Hernández Gaviño, "Introducción a los sistemas de control: conceptos, aplicaciones y simulación con MATLAB", Editorial Pearson Educación, 1ª Edic, 2010.
- K. Ogata, "Problemas de ingeniería de control utilizando MATLAB", Editorial Pearson Prentice Hall, 1999.
- R. C. Dorf y R. H. Bishop, "Sistemas de Control Moderno", Editorial Pearson, 10ª Edic, 2005.
- W. J. Grantham y T. Vincent, "Sistemas de control moderno: análisis y diseño", Editorial Limusa, 1998.
- S. Dominguez y P. Campoy, "Control en el espacio de estado", Editorial Pearson Prentice Hall: Comité español de automática, 2ª Edic, 2006.
- S. Sastry, "Nonlinear Systems: analysis, stability, and control", Springer, 1999.
- K. J. Astrom y T. Hagglund, "Control PID avanzado", Editorial Pearson Prentice Hall, 2009.
- C. A. Smith y A. B. Corripio, "Control automático de procesos: teoría y práctica", Editorial Limusa, Noriega, 2004.
- B. C. Kuo, "Sistemas de Control Automatico", Editorial Prentice Hall Hispanoamericana, 7ª Edic, 1996.
- N. Nise, "Sistemas de Control para Ingenieria", Editorial CECSA, 6ª Edic, 2002.
- E. Umez, "Dinámica de sistemas y control", Editorial Thomson Learning, 2001.
- D. K. Cheng, "Analysis of linear systems".
- G. J. Thaler, "Modeling and control of dynamic systems", Editorial Thomson Learning, 2005.
- J. J. D'Azzo y C. H. Houpis, "Linear control system analysis and design with matlab", Editorial Taylor y Francis, 5a Edic. 2003.
- C. H. Edwards y D. E. Penney, "Ecuaciones diferenciales y problemas con valores en la frontera, Cómputo y modelado", Editorial Pearson Educación, 4ª Edic, 2009.
- A. Astolfi y D. Karagiannis, "Nonlinear and adaptive control with applications", Springer, 2008.
- H. K. Khalil, "Nonlinear Systems", Editorial Prentice-Hall, 3a Edic, 2001.
- Z. Vukic y L. Kuljaca, "Nonlinear Control Systems", Marcel Dekker, 2003.
- W. Bolton, "Ingeniería de Control", Editorial Alfaomega, 2ª Edic, 2002.
- J. R. Leigh, "Applied digital control: theory, desing and implementation", Dover publications, 2a Edic, Inc., 2006.
- A. Tewari y N. J. Hoboken, "Modern control design: with matlab and Simulink", Editorial John Wiley y Sons, Ltd,

PROCEDIMIENTO: FORMULACION O ACTUALIZACION DEL PROYECTO ACADEMICO EDUCATIVO-PAE PARA PROGRAMAS DE PREGRADO

CONTENIDOS PROGRAMATICOS PROGRAMAS DE PREGRADO

Código: D-GPA-P01-F02 Versión: 01 Página 6 de 3

2005.

- C. J. Savant y G. H. Hostetter, "Desing of feedback control systems", Oxford University Press, 4ª Edic, 2002.
- M. Vidyasagar, M. W. Spong S. Hutchinson, "Robot modeling and control", Editorial John Wiley y Sons, Inc., 2006.
- J. Dorsey, "Continuous and discrete control systems: modeling, identification, design, and implementation", Editorial McGraw-Hill. 2001.
- K. Ogata, "Ingeniería de Control Moderna", Editorial Prentice-Hall Hispanoamericana, 5ª Edic, 2010.
- B. Kuo, "Automatic Control Systems", Editorial Wiley, 9a Edic, 2009.
- K. Ogata, "Modern Control Engineering", Editorial Prentice-Hall, 6a Edic, 2012.
- Chi-Tsong Chen, "Analog and digital control system design: transfer- function state-space, and algebraic methods", Oxford University Press, 2006.
- B. C. Kuo, "Sistemas de control digital", Editorial CECSA, 1999.
- K. Ogata, "System Dynamics", Editorial Prentice Hall, 4a Edic, 2003.
- W. Palm, "System Dynamics", Editorial McGraw-Hill, 3a Edic, 2013.
- E. Ramin S. y Bei Lu, "Modeling and Analysis of Dynamic Systems", CRC Press, 1a Edic, 2010.
- N. S. Nise, "Control Systems Engineering", Editorial Wiley, 6a. Edic, 2010.
- H. Hsu, "Señales y Sistemas", Editorial Mc Graw Hill, Serie Shaum, 2ª Edic, 2013.
- J. DiStefano, A. Stubberud, y I. Williams, "Feedback and Control Systems", Editorial McGraw-Hill, Series Shaum, 2ª Edic, 2011.
- G. F. Franklin y D. Powell, "Feedback Control of Dynamic Systems", Editorial Prentice Hall, 7a Edic, 2014.
- G. F. Franklin y R. Ragazzini, "Sampled-Data Control Sstems", Ulan Press, 2012.
- J. DiStefano, "Dynamic Systems Biology Modeling and Simulation", Academic Press, 1ª Edic, 2013.
- K. Ogata, "Sistemas de control en tiempo discreto", Editorial Prentice Hall Hispanoamericana, 2ª Edic, 2000.
- W. S. Levine, "The Control Handbook", CRC Press, 2a Edic, 2010.
- M. S. Fadali y A. Visioli, "Digital Control Engineering: Analysis and Design", Academic Press, 2009.
- C. A. Smith y A. B. Corripio, "Principles and Practices of Automatic Process Control", John Wiley and Sons, 2005.
- K. A. Astrom y B. Wittenmark, "Computer controlled Systems", Dover Publications, Third Edition, 2011.

Richard Dorf, Modern Control Systems, Editorial Pearson Education, 13th Edition, 2017