

Syllabus

Sistemas de Control - 543 244

I. Identificación

| | | | | |
|---|--|-------------------------------|--|---------------------------|
| Nombre: Sistemas de Control | | | | |
| Código: 543 244 | Créditos: 4 | Modalidad: Presencial | Duración: Semestral | Créditos SCT: 5 |
| Carrera | Plan | Semestre | Calidad | Prerrequisito |
| Ing Civ Electrónica | 3318-2010-01 | 6 | Obligatoria | 543214 Sist Lin Dinámicos |
| Ing Civ Electrónica | 3318-2005-01 | 6 | Obligatoria | 543214 Sist Lin Dinámicos |
| Ing Civ Eléctrica | 3311-2010-01 | 6 | Obligatoria | 543214 Sist Lin Dinámicos |
| Ing Civ Eléctrica | 3311-2006-01 | 6 | Obligatoria | 543214 Sist Lin Dinámicos |
| Docente Responsable: José R. Espinoza C. (sección 1) – Daniel G. Sbárbaro H. (sección 2) | | | | |
| Docente Colaborador: | | | | |
| Comisión Evaluación: D. Sbárbaro y L. Salazar (sección 1) – J. Segovia y M. Valenzuela (sección 2) | | | | |
| Duración: 15 semanas | | | | |
| Trabajo Académico: 9 hrs/semana | | | | |
| Horas Teóricas 3 hrs/semana | Horas Prácticas 2 hrs/semana | Horas Laboratorio 0 | Horas Otras Actividades 4 hrs/semana | |

II. Descripción

Asignatura profesional que trata conceptos teórico-prácticos para el correcto diseño y análisis de sistemas de control automático. Capacita al alumno para analizar, simular y diseñar sistemas de control automático tanto en el tiempo continuo como discreto. Esta asignatura aporta a la siguiente competencia del perfil de egreso del Ingeniero Civil Eléctrico y Electrónico: Analizar, modelar y diseñar sistemas de control automáticos.

III. Resultados de Aprendizaje Esperados

1. Comprender los principios básicos del control en base a la revisión de estrategias convencionales.
2. Derivar y simular modelos matemáticos para combinaciones de sistemas lineales continuos y discretos.
3. Evaluar índices de desempeño temporales y frecuenciales para regímenes estacionarios y continuos.
4. Entender y aplicar las herramientas de análisis de la estabilidad de sistemas realimentados lineales en tiempo continuo y discreto.
5. Diseñar sistemas de control realimentados considerando aspectos tales como estabilidad y especificaciones tanto temporales como frecuenciales.

IV. Contenidos

- 1.- **Introducción a los Sistemas de Control.** ¿Porqué controlar?. Conceptos básicos asociados al control. Sistemas continuos, discretos e híbridos. Configuraciones de control: control realimentado, control pre-alimentado, control en cascada, control de razón.
- 2.- **Sistemas Híbridos.** Equivalentes discretos de sistemas híbridos. Sistemas con retardo. Mapeo de polos de un sistema híbrido. Sistemas de primer y segundo orden. Tiempo de muestreo en sistemas híbridos.
- 3.- **Estado Estacionario en Sistemas Realimentados,** continuos y discretos. Comportamiento:



sensibilidad a los parámetros y perturbaciones. Ganancia entrada-salida y constante de tiempo. Ruido. Tipos de sistemas realimentados. Análisis de errores en estado estacionario. Controladores para satisfacer requerimientos de estado estacionario.

- 4.- **Régimen Transitorio en Sistemas Realimentados**, continuos y discretos. Sistemas de primer orden: especificaciones dinámicas. Sistemas de segundo orden: especificaciones dinámicas. Controladores para satisfacer requerimientos de régimen transitorio.
- 5.- **Lugar Geométrico de las Raíces**, para sistemas continuos y discretos. Fundamentos del método, reglas prácticas de construcción del lugar geométrico, ejemplos de sintonización y análisis de sistemas, análisis de sistemas con retardo.
- 6.- **Criterio de Nyquist**. Estabilidad relativa: criterio de Nyquist, transformación de contorno de plano de Laplace, teorema de Cauchy. Margen de fase y margen de ganancia en sistemas continuos y discretos.
- 7.- **Diseño y Compensación de Sistemas de Control**, para sistemas continuos y discretos. Consideraciones preliminares de diseño, compensación por red de atraso, adelanto, adelanto-atraso y P.I.D., utilizando Bode, LGR, y/o Nyquist.

V. Metodología de Trabajo

El aprendizaje de las materias se realiza mediante clases teóricas complementadas con ejercicios prácticos, el trabajo es ampliado con la entrega de tareas.

VI. Evaluación

| Ítem | Modalidad | Ponderación | Fecha † |
|--------------------------|-------------------------|---|--|
| Tres tareas (T) | Obligatorias | 9 %, c/u | T ₁ : 22 Nov., T ₂ : 20 Dic., T ₃ : 17 Ene. |
| Prueba (P ₁) | Obligatoria | 33 % | 06 Dic. |
| Prueba (P ₂) | Obligatoria/acumulativa | 40 % | 24 Ene. |
| Recuperación (R) | Optativa/acumulativa | Reemplaza P ₁ ó P ₂ | ?? ???. |

† : Estas fechas son tentativas por cuanto el D.I.E. podría cambiarlas. Serán avisadas oportunamente.

- i) La **asignatura se aprueba** si la nota parcial $N.P. = (0.33 \cdot P_1 + 0.40 \cdot P_2) / 0.73 \geq 3.4$ y la nota final es $N.F. = 0.09 \cdot \sum T + 0.33 \cdot P_1 + 0.40 \cdot P_2 + B \geq 4.0$, donde B es una bonificación por asistencia dada por $B = 0.5 \cdot A / 20 - 2.0$ con $A \geq 80\%$ y $B = 0$ con $A < 80\%$, (A es asistencia en %). Si la nota parcial $N.P. < 3.4$, entonces la nota final es $N.F. = 0.07 \cdot \sum T + (0.33 \cdot P_1 + 0.40 \cdot P_2)$ y si $N.F. > 7.0$, entonces $N.F. = 7.0$.
- ii) La **evaluación de recuperación** es optativa, incluye toda la materia y **reemplazará a la prueba P₁ o P₂** con más baja nota.
- iii) Los alumnos que por **problemas de salud** (con **Certificado Médico**) no asistan a las pruebas P₁ y/o P₂ **deben** asistir a la evaluación de recuperación. Ésta reemplazará a la(s) prueba(s) faltante(s). Si para esta fecha el alumno tiene problemas de salud, se le tomará en una fecha de común acuerdo con el profesor.
- iv) Una tarea podrá ser **anulada por problemas de salud** si el **Certificado Médico** correspondiente indica una licencia que coincide y es mayor a la mitad del plazo dado para desarrollarla. En este caso, el porcentaje de las tareas anuladas será traspasado a las pruebas P₁ y P₂. Por lo que la nota final en i) se calculará como $N.F. = 0.09 \cdot \sum T + (0.33 \cdot P_1 + 0.40 \cdot P_2) / (1 - 0.09 \cdot N_{TA}) + B$, donde N_{TA} es el # de tareas anuladas.
- v) Las tareas se pueden entregar en grupos de dos personas. Éstas estarán disponibles con dos semanas de anticipación. Incluirán tópicos entregados en clases hasta una semana antes del plazo de entrega. Deberán ser entregadas en la Secretaría de Pregrado hasta las 18:30 p.m. del día de entrega. Un 10% de la nota de cada tarea es por presentación. **No se recibirán tareas atrasadas. Tareas copiadas obtendrán un 1,0.**
- vi) En las pruebas y evaluación de recuperación se incluirán tópicos entregados en clases hasta una semana antes de la fecha en que se toman. Éstas son escritas y consistirán en un 60% de ejercicios



prácticos y un 40% de materia teórica. Al momento de tomar los controles se exigirá la presentación de identificación en buen estado y **no se permitirá el uso de calculadoras programables (sólo científicas) ni el intercambio de material.**

VII. Bibliografía y Material de Apoyo

Básica

- 1.- R. Dorf, “Modern Control Systems”, Addison Wesley, 12th Edition, 2011. ISBN: 10: 0136024580
- 2.- K. Ogata, “Ingeniería de Control Moderna”, Prentice-Hall, 4da Edición, 2003. ISBN: 8420536784

Complementaria

- 3.- G. Goodwin, S. F. Graebe, M. E. Salgado, “Control System Design”, Prentice Hall, 2000. ISBN-10: 0139586539
- 4.- J. Espinoza, D. Sbárbaro, “Apuntes Sistemas de Control”, Departamento de Ingeniería Eléctrica, UdeC, <http://www.udec.cl/jose.espinoza>.

VIII. Planificación

| Semana | Actividad | Responsable | Trabajo Académico | Resultado de Aprendizaje |
|--------|--------------|-------------|-------------------|--------------------------|
| 1-2 | Capítulo 1 | Docente | 6 hrs | R1 |
| 1-2 | Capítulo 1 | Ayudante | 4 hrs | R1 |
| 3-4 | Capítulo 2 | Docente | 6 hrs | R2 |
| 3-4 | Capítulo 2 | Ayudante | 4 hrs | R2 |
| 5-6 | Capítulo 3 | Docente | 6 hrs | R3 |
| 5-6 | Capítulo 3 | Ayudante | 4 hrs | R3 |
| 6 | Tarea 1 | Alumno | 20 hrs | R1 – R2 – R3 |
| 7-8 | Capítulo 4 | Docente | 6 hrs | R3 |
| 7-8 | Capítulo 4 | Ayudante | 4 hrs | R3 |
| 8 | Evaluación 1 | Alumno | 2 hrs | |
| 9-10 | Capítulo 5 | Docente | 6 hrs | R4 |
| 9-10 | Capítulo 5 | Ayudante | 4 hrs | R4 |
| 10 | Tarea 2 | Alumno | 20 hrs | R1 – R2 – R3 – R4 |
| 11-12 | Capítulo 6 | Docente | 6 hrs | R4 |
| 11-12 | Capítulo 6 | Ayudante | 4 hrs | R4 |
| 13-14 | Capítulo 7 | Docente | 6 hrs | R5 |
| 13-14 | Capítulo 7 | Ayudante | 4 hrs | R5 |
| 14 | Tarea 3 | Alumno | 20 hrs | R1 – R2 – R3 – R4 – R5 |
| 15 | Evaluación 2 | Alumno | 2 hrs | |

IX. Otros

- 1.- El horario de consultas es Martes de 17:10 a 18:00 hrs. y Viernes de 11:10 a 12:00 hrs para el Prof. Daniel G. Sbárbaro H. y Miércoles de 17:10 a 18:00 hrs. y Jueves de 10:10 a 11:00 hrs para el Prof. José R. Espinoza C.. Se recomienda el uso de e-mail para consultas (agregar en el *subject* de éste el código SDC ó 543244, e-mails sin este *subject* no se contestarán).
- 2.- Avisos, notas, ejercicios, solución de tareas, noticias del curso, etc., serán proporcionados durante las clases, en el fichero del D.I.E. y/o el e-mural del curso que se encuentra en el sitio <http://www.udec.cl/jose.espinoza>.