

## Syllabus – Descripción del Curso

### I. Identificación

<b>Nombre:</b> Control de Sistemas en Ingeniería Mecánica				
<b>Código:</b> MEC 4201-1	<b>Créditos:</b> 6	<b>Modalidad:</b> Presencial	<b>Duración:</b> Semestral	<b>Docentes:</b> Gustavo Ceballos
<b>Horas de Cátedra</b> 45	<b>Horas de Ayudantía</b> 22,5		<b>Horas de Laboratorio</b>	<b>Horas de Trabajo Personal</b> 109,5

### II. Descripción

Asignatura obligatoria de tercer año de la carrera Ingeniería Civil Mecánica que permite conocer y comprender los fundamentos teóricos del control clásico aplicado a sistemas lineales. Además, el alumno será capaz de emplear métodos y técnicas básicas de control de tiempo continuo como discreto, para ser aplicados en el contexto de control de sistemas dinámicos y problemas de ingeniería.

### III. Resultados de Aprendizaje Esperados

Se espera que al terminar con éxito la asignatura, el(la) estudiante:

- R1. Conozca las propiedades fundamentales de los sistemas de control automático.
- R2. Diseñe controladores usando métodos gráficos como el Lugar Geométrico de las Raíces (LGR).  
Evalúe estabilidad de sistemas de control usando técnicas del dominio de la frecuencia (Diagramas de Bode y Criterio de Nyquist).
- R3. Conozca las técnicas de sintonización de controladores PID y sus limitaciones.
- R4. Diseñe controladores para sistemas lineales por realimentación del estado.

### IV. Unidades Temáticas (UT) y Contenidos

#### 1. Introducción a la Teoría de Control Lineal

- 1.1 Introducción a la Teoría de Control Lineal.
- 1.2 Ecuaciones Diferenciales Lineales para Dispositivos Físicos.
- 1.3 Linealización en Puntos de Equilibrio.
- 1.4 Configuraciones típicas de controladores: control en lazo abierto, control prealimentado y control en lazo cerrado.
- 1.5 Especificaciones en el dominio del tiempo para sistemas de control.

#### 2. Análisis de Sistemas

- 2.1 Repaso Transformada de Laplace.
- 2.2 Funciones de Transferencia (dominio s).
- 2.3 Respuesta de sistemas lineales de entrada-salida en tiempo continuo.
- 2.4 Diagramas de bloques.
- 2.5 Transformada Z.
- 2.6 Función de transferencia (dominio z).
- 2.7 Respuesta de sistemas lineales de entrada-salida en tiempo discreto.
- 2.8 Representación en el espacio de estado (dominio del tiempo).
- 2.9 Respuesta de sistemas lineales de estado-salida en tiempo continuo.

**Escuela de Ingeniería  
Ingeniería Civil Mecánica**

**3. Análisis de Estabilidad de Sistemas Lineales**

- 3.1 Estabilidad de Sistemas de Control.
- 3.2 Criterio de Routh-Hurwitz.
- 3.3 Respuesta en Frecuencia (Diagramas de Bode).
- 3.4 Criterio de Estabilidad de Nyquist.

**4. Introducción al Diseño de Controladores**

- 4.1 Método del Lugar Geométrico de las Raíces (LGR).
- 4.2 Conceptos básicos del Control PID.
- 4.3 Ley de Control PID.
- 4.4 Métodos de sintonización de controladores PID.
- 4.5 Control en el Espacio de Estado.
- 4.6 Técnica de localización de polos.
- 4.7 Diseño de sistemas de control del tipo regulador.
- 4.8 Diseño de sistemas de control del tipo seguimiento (o tracking).

**V. Metodología Docente**

La metodología de trabajo en clases será en base a exposiciones del profesor sobre las unidades temáticas correspondientes (según se indica en el programa de actividades del curso), el cual promoverá la activa participación de lo(a)s estudiantes. Tanto en clases de cátedra como en ayudantías se utilizará el software MATLAB & SIMULINK para simulación de sistemas dinámicos como herramienta de apoyo a la docencia.

**VI. Evaluación.**

Las evaluaciones permitirán que las estudiantes demuestren los resultados de aprendizaje alcanzados en los distintos momentos del proceso de enseñanza. La evaluación se realizará mediante dos Controles de Cátedra (CC), dos Tareas individuales (T), un Examen (E) y un Examen recuperativo si corresponde (ER), en las fechas que se indican a continuación

**Tabla 1: Calendario de evaluaciones**

Ítem	Fecha
T1	Jueves 25 de abril
CC1	Jueves 9 de mayo
T2	Jueves 6 de junio
CC2	Jueves 27 de junio
E	Por definir
ER	Por definir

1. LA ASIGNATURA SE APRUEBA SI:  $NF \geq 4.0$  siempre y cuando  $NC \geq 4.0$  y  $NAC \geq 4.0$ .
2. La nota final (NF) está compuesta por una Nota de Cátedra (NC) y una Nota de Actividades Complementarias (NAC) con las siguientes ponderaciones:  
$$NF = 0.6*NC + 0.4*NAC.$$
3. La NC está compuesta por las notas de los Controles de Cátedra y el Examen con las siguientes ponderaciones:

$$NC = 0.25*CC1 + 0.25*CC2 + 0.5*E.$$

En que CC1 y CC2 son las notas del Control 1 y 2 respectivamente.

4. Recordar que, según reglamentación de la escuela de ingeniería, el examen reemplaza la peor nota de cátedra, si este es superior a esta última.
5. La NAC está compuesta por el promedio simple de las notas de las tareas individuales 1 y 2 respectivamente:

$$NAC = (T1 + T2) / 2.$$

6. Durante las evaluaciones escritas no se permitirá lo siguiente:
  - 6.1. Intercambio de materiales.
  - 6.2. Mantener sobre la mesa elementos distintos de: lápices, goma, corrector, calculadora y hoja de fórmulas.
  - 6.3. Uso de calculadoras programables/graficadoras, celulares o elementos tecnológicos con capacidad de almacenar texto, video, audio o conexión a internet.
7. La hoja de fórmulas corresponde a una hoja de papel tamaño carta ESCRITA A MANO.
8. Durante las evaluaciones se podría exigir la presentación de un documento de identidad en buen estado.

### **VII. Tareas individuales**

1. Como su nombre lo indica, las tareas deben ser realizadas de manera individual.
2. La guía de trabajo de cada tarea estará disponible dos semanas antes del plazo de entrega.
3. El/la estudiante debe entregar un informe escrito en computador, donde se dé respuesta a las preguntas de la guía de trabajo, en formato digital (.pdf).
4. El informe debe ser subido a Ucampus (se creará un ítem Tarea asociado a cada tarea individual) hasta las 23:59 de la fecha de entrega indicada.
5. Se recibirán informes atrasados, sin embargo, serán penalizados con un descuento de 0.5 unidades en la nota por cada hora de atraso (Ej.: nota informe = 6.5, subió informe a las 1:01pm, tiene atraso de 2 horas, nota informe atrasado = 5.5).

### **VIII. Asistencia y Exención al Examen**

1. El promedio simple entre CC1 y CC2 corresponde a la nota de presentación (NP).
2. Cualquier estudiante cuya NP  $\geq 5.5$ , está exento de rendir el Examen.
3. La asistencia a las Cátedras y Ayudantías es de carácter voluntario.

### **IX. Bibliografía y Material de Apoyo**

#### **Bibliografía Básica:**

1. OGATA, K. Ingeniería de Control Moderna. Prentice Hall, 1999.
2. OGATA, K. Discrete-Time Control Systems. Prentice Hall, 1994.
3. OGATA, K. Modern Control Engineering. Quinta Edición. Prentice Hall, 2008.
4. BROGAN, W. Modern Control Theory. Prentice Hall, 1991.

#### **Bibliografía Complementaria:**

5. ASTRÖM, K., HÄGGLUND, T. PID Controllers: Theory, Design, and Tuning. ISA, 1995.
6. ASTRÖM, K., WITTENMARK, B. Computer-Controlled Systems, Theory and Design.
7. Prentice Hall, 1997.
8. DORF, R., BISHOP, R. Modern Control Systems. Decimoprimer Edición. Prentice Hall, 2007.

**Escuela de Ingeniería  
Ingeniería Civil Mecánica**

9. DORF, R. Sistemas Modernos de Control. Addison Wesley, 1996.
10. KUO, B. Automatic Control Systems. Prentice Hall, 2002.
11. KUO, B. Sistemas de Control Automático. Prentice Hall, 1997.

**X. Otros**

1. Para cualquier comunicación relacionada con la asignatura se recomienda el uso de la plataforma Ucampus o durante las clases.
2. El horario y lugar para consultas fuera del horario de clases se informará oportunamente.

**XI. Planificación**

**Tabla 2: Programa de actividades semestral.**

Semana	UT	Resultado
1	1	R1
2	1	R1
3	1	R1
4	2	R2
5	2	R2
6	2	R2
7	2	R2
8	3	R2

Semana	UT	Resultado
9	3	R3
10	3	R3
11	4	R3
12	4	R3
13	4	R3 y R4
14	4 y 5	R3 y R4
15	5	R3 y R4
16	5	R3 y R4