

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA



PROGRAMA DE ESTUDIO

**MODELADO DE SISTEMAS FÍSICOS**

**0508**

**6°**

**08**

Asignatura

Clave

Semestre

Créditos

**Ingeniería Mecánica e Industrial**

**Ingeniería Mecatrónica**

**Ingeniería Mecatrónica**

División

Departamento

Carrera(s) en que se imparte

**Asignatura:**

Obligatoria

Optativa

**Horas:**

Teóricas

Prácticas

**Total (horas):**

Semana

16 Semanas

**Modalidad:** Curso

Aprobado:  
Consejo Técnico de la Facultad  
Consejo Académico del Área de las Ciencias  
Físico Matemáticas y de las Ingenierías

Fecha:  
25 de febrero, 4 y 17 de marzo, y 16 de junio de 2005  
8 de agosto de 2005

**Seriación obligatoria antecedente:** Ninguna

**Modificación aprobada por el  
Consejo Técnico de la Facultad**

**25 de octubre de 2005**

**Seriación obligatoria consecuente:** Instrumentación

**Objetivo(s) del curso:**

El alumno comprenderá y analizará las metodologías de modelado de sistemas físicos, empleando el enfoque de sistemas lineales invariantes con el tiempo y de parámetros concentrados.

**Temario**

NÚM.	NOMBRE	HORAS
1.	Modelado de sistemas físicos	18.0
2.	Características dinámicas de los sistemas físicos	8.0
3.	Sistemas de tiempo discreto	18.0
4.	Análisis de sistemas en tiempo continuo y discreto mediante variables de estado	12.0
5.	Respuesta en frecuencia de sistemas de tiempo continuo y discreto	8.0
Total		64.0



## 1 Modelado de sistemas físicos

**Objetivo:** El alumno comprenderá y discutirá los conceptos y métodos empleados en la formulación de modelos matemáticos de sistemas físicos.

### Contenido:

- 1.1 Concepto de Modelado.
- 1.2 Modelado de sistemas mecánicos.
  - 1.2.1 Leyes de elementos.
  - 1.2.2 Ecuaciones de equilibrio.
  - 1.2.3 Representación de sistemas mecánicos mediante ecuaciones diferenciales y función de transferencia.
- 1.3 Modelado de sistemas hidráulicos.
  - 1.3.1 Leyes de elementos
  - 1.3.2 Ecuaciones de equilibrio.
  - 1.3.3 Representación de sistemas hidráulicos mediante ecuaciones diferenciales y función de transferencia.
- 1.4 Modelado de sistemas térmicos.
  - 1.4.1 Leyes de elementos
  - 1.4.2 Ecuaciones de equilibrio.
  - 1.4.3 Representación de sistemas térmicos mediante ecuaciones diferenciales y función de transferencia.
- 1.5 Modelado de sistemas híbridos.
  - 1.5.1 Leyes de elementos
  - 1.5.2 Ecuaciones de equilibrio.
  - 1.5.3 Representación de sistemas híbridos mediante ecuaciones diferenciales y función de transferencia.
- 1.6 Enfoque energético en el modelado de sistemas físicos.

## 2 Características dinámicas de los sistemas físicos

**Objetivo:** El alumno comprenderá y catalogará el comportamiento característico de los sistemas físicos a partir del concepto de respuesta a escalón e impulso.

### Contenido:

- 2.1 Sistemas de primer orden.
  - 2.1.1 Características generales.
  - 2.1.2 Respuesta escalón.
    - 2.1.2.1 Constante de tiempo.
  - 2.1.3 Respuesta impulso
  - 2.1.4 Función de transferencia y patrón de polos y ceros.
- 2.2 Sistemas de segundo orden.
  - 2.2.1 Características generales.
  - 2.2.2 Respuesta escalón.
    - 2.2.2.1 Parámetros de diseño.
  - 2.2.3 Respuesta impulso
  - 2.2.4 Función de transferencia y patrón de polos y ceros.



- 2.3 Sistemas de orden superior.
  - 2.3.1 Polos dominantes.
- 2.4 Estabilidad.
  - 2.4.1 Zonas de estabilidad en el plano S para un sistema lineal e invariante (SLI)

### 3 Sistemas de tiempo discreto

**Objetivo:** El alumno comprenderá las características y comportamiento de los sistemas discretos.

**Contenido:**

- 3.1 Señales analógicas, señales discretas, y señales cuantizadas.
- 3.2 Funciones discretas, escalón e impulso.
- 3.3 La transformada Z.
  - 3.3.1 Propiedad de linealidad de la transformada Z.
  - 3.3.2 Transformada Z de funciones con desplazamiento a la izquierda y a la derecha.
  - 3.3.3 Teorema del valor inicial.
  - 3.3.4 Teorema del valor final.
- 3.4 Sistemas discretos lineales e invariantes (SDLI).
  - 3.4.1 Ecuación en diferencias asociada con un SDLI.
  - 3.4.2 Propiedades de la sumatoria de convolución.
  - 3.4.3 Obtención de la respuesta a impulso y escalón de un SDLI, empleando la transformada Z.
- 3.5 Respuesta a impulso de un SDLI.
  - 3.5.1 Sumatoria de convolución de la respuesta a impulso de un SDLI y su secuencia de entrada como representación conceptual de la secuencia de salida del mismo.
  - 3.5.2 Propiedades de la sumatoria de convolución.
  - 3.5.3 Transformada Z de la sumatoria de convolución
- 3.6 Estabilidad de un SDLI.
  - 3.6.1 Zona de estabilidad en el plano Z para un SDLI.
- 3.7 Obtención de la ecuación en diferencias asociada con un SDLI a partir de la función de transferencia del mismo.
  - 3.7.1 Realización en tiempo real de un SDLI empleando a la ecuación en diferencias que lo representa.

### 4 Análisis de sistemas en tiempo continuo y discreto mediante variables de estado

**Objetivo:** El alumno comprenderá y analizará, con el enfoque de variables de estado, los sistemas lineales e invariantes con el tiempo de los dominios continuo y discreto.

**Contenido:**

- 4.1 Concepto de estado.
- 4.2 Ecuaciones de estado de sistemas lineales e invariantes con el tiempo.
- 4.3 Formas canónicas.
- 4.4 Solución genérica de las ecuaciones de estado para sistemas de tiempo continuo lineales e invariantes.
  - 4.4.1 La matriz exponencial.
  - 4.4.2 Obtención de ecuaciones de estado a partir de la función de transferencia de un SLI de tiempo continuo.



- 4.4.3 Obtención de la función de transferencia a partir de las ecuaciones de estado SLI de tiempo continuo.
- 4.5 Ecuaciones de estado para un SDLI.
  - 4.5.1 Forma genérica de la solución de las ecuaciones de estado para un SDLI.
  - 4.5.2 Obtención de ecuaciones de estado a partir de la función de transferencia.
  - 4.5.3 Obtención de la función de transferencia  $H(z)$  a partir de las ecuaciones de estado del mismo.

## 5 Respuesta en frecuencia de sistemas de tiempo continuo y discreto

**Objetivo:** El alumno asimilará los conceptos básicos acerca de la respuesta permanente en frecuencia para sistemas lineales e invariantes, tanto de tiempo continuo como discreto.

**Contenido:**

- 5.1 Respuesta en frecuencia permanente de sistemas lineales e invariantes de tiempo continuo.
  - 5.1.1 Curvas de magnitud y fase a partir de  $H(j\omega)$ .
- 5.2 Respuesta en frecuencia permanente para un SDLI.
  - 5.2.1 Curvas de magnitud y fase a partir de  $H(e^{j\omega T})$ .
  - 5.2.2 Periodicidad de la respuesta en frecuencia de SDLI.
- 5.3 Oscilaciones lineales y resonancia

---

### Bibliografía básica:

RODRIGUEZ, R. F. J.  
*Dinámica de sistemas*  
México  
Trillas, 1989

OGATA, K.  
*System Dynamics*  
U.S.A.  
Prentice-Hall, 1998

### Bibliografía complementaria:

CADZOW, J. A.  
*Discrete - time systems*  
Englewood Cliffs  
Prentice-Hall, 1973

OGATA, K.  
*Discrete - time control systems*  
U.S.A.  
Prentice-Hall, 1995



**Sugerencias didácticas:**

Exposición oral	<input checked="" type="checkbox"/>
Exposición audiovisual	<input checked="" type="checkbox"/>
Ejercicios dentro de clase	<input checked="" type="checkbox"/>
Ejercicios fuera del aula	<input checked="" type="checkbox"/>
Seminarios	<input type="checkbox"/>

Lecturas obligatorias	<input checked="" type="checkbox"/>
Trabajos de investigación	<input checked="" type="checkbox"/>
Prácticas de taller o laboratorio	<input type="checkbox"/>
Prácticas de campo	<input type="checkbox"/>
Otras	<input type="checkbox"/>

**Forma de evaluar:**

Exámenes parciales	<input checked="" type="checkbox"/>
Exámenes finales	<input checked="" type="checkbox"/>
Trabajos y tareas fuera del aula	<input checked="" type="checkbox"/>

Participación en clase	<input checked="" type="checkbox"/>
Asistencias a prácticas	<input type="checkbox"/>
Otras	<input type="checkbox"/>

**Perfil profesiográfico de quienes pueden impartir la asignatura**

Preferentemente académico de la UNAM con área de competencia y trabajo afín a la asignatura. Puede ser impartida por un profesor de asignatura con actividad profesional o académica directamente relacionada con el programa de la asignatura y con su aplicación profesional.