



**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**  
**DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA**



<b>ASIGNATURA:</b> Sistemas de Control II				<b>TIPO DE ASIGNATURA:</b> Obligatoria			
<b>CODIGO:</b> 2222	<b>UNIDADES:</b> 4			<b>REQUISITOS:</b> 2222			
<b>HORAS/SEMANA:</b> 5	<b>TEORÍA:</b> 3	<b>PRÁCTICA:</b>	<b>LABORATORIO:</b> 2	<b>SEMINARIO:</b>	<b>TRABAJO SUPERVISADO:</b>	<b>HORAS TOTALES DE ESTUDIO:</b> 5	<b>SEMESTRE:</b> 8vo

### PROPÓSITO

Esta asignatura adscrita a la Unidad Docente Sistemas de Control del Departamento de Electrónica, Computación y Control de la Escuela de Ingeniería Eléctrica, forma parte con Sistemas de Control I del grupo de asignaturas diseñadas para dar al estudiante los conocimientos básicos en el área de los sistemas de control. La asignatura Sistemas de Control II, cubre el análisis y diseño de los sistemas de control discretos continuos en el dominio de la frecuencia y del tiempo.

### OBJETIVO GENERAL

Introducir al estudiante al estudio de los sistemas discretos por medio de la transformada zeta. Dotar al estudiante de los conocimientos básicos de la teoría del espacio de estado para el análisis y diseño de los sistemas discretos y continuos.

### OBJETIVOS TERMINALES

- 1- Representar matemáticamente el modelo de un sistema discreto, por medio de la transformada Z.
- 2- Representación de sistemas continuos y discretos por medio del espacio de estado.
- 3- Obtención de la ecuación de estado discreta a partir del modelo continuo.
- 4- Diseño de controladores para ubicación de polos.
- 5- Diseño de observadores. Orden completo y orden reducido para sistemas continuos y discretos.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

#### 1. SISTEMAS MUESTREADOS.

- 1.1- Uso de la transformada Z para modelar sistemas muestreados.
- 1.2- Función de transferencia de pulso.
- 1.3- Función de transferencia de pulso de sistemas a lazo cerrado.
- 1.4- Estabilidad de sistemas muestreados a lazo cerrado.
- 1.5- Respuesta en tiempo de sistemas muestreados.

<b>APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA:</b>	<b>APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD:</b>	<b>VIGENCIA</b> DESDE:                      HASTA:	<b>HOJA</b> /
--	---	---	------------------



**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**  
**DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA**



<b>ASIGNATURA:</b> Sistemas de Control II				<b>TIPO DE ASIGNATURA:</b> Obligatoria			
<b>CODIGO:</b> 2222	<b>UNIDADES:</b> 4			<b>REQUISITOS:</b> 2222			
<b>HORAS/SEMANA:</b> 5	<b>TEORÍA:</b> 3	<b>PRÁCTICA:</b>	<b>LABORATORIO:</b> 2	<b>SEMINARIO:</b>	<b>TRABAJO SUPERVISADO:</b>	<b>HORAS TOTALES DE ESTUDIO:</b> 5	<b>SEMESTRE:</b> 8vo

## **2 ESPACIO DE ESTADO**

- 2.1 Definición de estado y variables de estado.
- 2.2 Ecuación de estado para sistemas continuos y discretos.
- 2.3 Relación entre la ecuación de estado y la función de transferencia. Continuo y discreto

## **3. TRANSFORMACIONES DE SIMILITUD CONTINUO Y DISCRETO.**

- 3.1 Autovalores y autovectores.
- 3.2 Obtención de autovalores y autovectores
- 3.3 Invarianza de los autovalores y la función de transferencia con las transformaciones de similitud.

## **4. SOLUCION DE LA ECUACIÓN ESTADO CONTINUO Y DISCRETO.**

- 4.1 Caso homogéneo.
- 4.2 Solución total de la ecuación de estado.
- 4.3 Controlabilidad y observabilidad.
- 4.4 Demostración de los criterios de controlabilidad y observabilidad.
- 4.5 Obtención del modelo discreto a partir del modelo continuo

## **5. DISEÑO EN EL ESPACIO DE ESTADO CONTINUO Y DISCRETO**

- 5.1. Ubicación de polos mediante realimentación de las variables de estado.

## **6. ESTIMACIÓN DE ESTADO CONTINUO Y DISCRETO**

- 6.1. Sistemas observadores.
- 6.2. Observador de identidad.
- 6.3. Observador de orden reducido
- 6.4. Observadores de un funcional lineal

### **CONTENIDO**

#### **A- PROGRAMA SINÓPTICO**

<b>APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA:</b>	<b>APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD:</b>	<b>VIGENCIA</b> DESDE:                      HASTA:	<b>HOJA</b> /
--	---	---	------------------



**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**  
**DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA**



<b>ASIGNATURA:</b> Sistemas de Control II				<b>TIPO DE ASIGNATURA:</b> Obligatoria			
<b>CODIGO:</b> 2222	<b>UNIDADES:</b> 4			<b>REQUISITOS:</b> 2222			
<b>HORAS/SEMANA:</b> 5	<b>TEORÍA:</b> 3	<b>PRÁCTICA:</b>	<b>LABORATORIO:</b> 2	<b>SEMINARIO:</b>	<b>TRABAJO SUPERVISADO:</b>	<b>HORAS TOTALES DE ESTUDIO:</b> 5	<b>SEMESTRE:</b> 8vo

Introducción a los sistemas muestreados. Aspecto matemático del muestreo. Función de transferencia muestreada. Análisis y síntesis de sistemas muestreados. Definición de estado y variable de estado. Representación de un sistema en el espacio de estado. Controlabilidad y observabilidad. Solución de la ecuación de estado. Realimentación de estado. Sistemas observadores.

**B- PROGRAMA DETALLADO**

**TEMA 1. INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS MUESTREADOS.**

Ejemplos de sistemas muestreados.

**TEMA 2. ASPECTO MATEMATICO DEL MUESTREO.**

Modulación por tren de impulsos. Teorema de Shanon. Recuperación de la señal y filtros.

**TEMA 3. FUNCION DE TRANSFERENCIA MUESTREADA.**

Función de transferencia muestreada.

**TEMA 4. ANÁLISIS Y SÍNTESIS DE SISTEMAS MUESTREADOS**

Estabilidad. Análisis de precisión. Síntesis.

**TEMA 5. DEFINICIÓN DE ESTADO Y VARIABLE DE ESTADO.**

**TEMA 6. REPRESENTACIÓN DE UN SISTEMA EN EL ESPACIO DE ESTADO.**

Introducción al álgebra lineal. Autovalores y autovectores. Representación de sistemas lineales, no – lineales, discretos, continuos, variante e invariantes. Variable de fase. Variables canónicas y variables físicas.

**TEMA 7. CONTROLABILIDAD Y OBSERVABILIDAD.**

<b>APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA:</b>	<b>APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD:</b>	<b>VIGENCIA</b> DESDE:                      HASTA:	<b>HOJA</b> /
--	---	---	------------------



**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**  
**DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA**



<b>ASIGNATURA:</b> Sistemas de Control II				<b>TIPO DE ASIGNATURA:</b> Obligatoria			
<b>CODIGO:</b> 2222	<b>UNIDADES:</b> 4			<b>REQUISITOS:</b> 2222			
<b>HORAS/SEMANA:</b> 5	<b>TEORÍA:</b> 3	<b>PRÁCTICA:</b>	<b>LABORATORIO:</b> 2	<b>SEMINARIO:</b>	<b>TRABAJO SUPERVISADO:</b>	<b>HORAS TOTALES DE ESTUDIO:</b> 5	<b>SEMESTRE:</b> 8vo

Definición de controlabilidad y observabilidad. Relación entre la ecuación de estado y la función de transferencia. Transformaciones de similaridad.

**TEMA 8. SOLUCIÓN A LA ECUACIÓN DE ESTADO.**

Solución de la ecuación de estado. Matriz de transición de estados. Discretización de un sistema continuo.

**TEMA 9. REALIMENTACIÓN DE ESTADO.**

**TEMA 10. SISTEMAS OBSERVADORES.**

Observador identidad. Observador de orden reducido.

**C- PROGRAMA DE LABORATORIO**

- PRACTICA 1:** Iniciación a la técnica de muestreo.
- PRACTICA 2:** Simulación y análisis de un servosistema muestreado
- PRACTICA 3:** Simulación digital de sistemas representados por ecuaciones de estado
- PRACTICA 4:** Análisis en el espacio de estado
- PRACTICA 5:** Realimentación de variables de estado
- PRACTICA 6:** Sistemas observadores

<b>APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA:</b>	<b>APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD:</b>	<b>VIGENCIA</b> DESDE:                      HASTA:	<b>HOJA</b> /
--	---	---	------------------



**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**  
**DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA**



<b>ASIGNATURA:</b> Sistemas de Control II				<b>TIPO DE ASIGNATURA:</b> Obligatoria			
<b>CODIGO:</b> 2222	<b>UNIDADES:</b> 4			<b>REQUISITOS:</b> 2222			
<b>HORAS/SEMANA:</b> 5	<b>TEORÍA:</b> 3	<b>PRÁCTICA:</b>	<b>LABORATORIO:</b> 2	<b>SEMINARIO:</b>	<b>TRABAJO SUPERVISADO:</b>	<b>HORAS TOTALES DE ESTUDIO:</b> 5	<b>SEMESTRE:</b> 8vo

**D- REQUISITOS**

Haber aprobado la asignatura: Sistemas de Control I.

**E- PROGRAMACIÓN CRONOLÓGICA**

El tiempo total destinado a esta asignatura se distribuirá de la siguiente manera:

<b>TEORIA</b>		<b>LABORATORIO</b>
<b>TEMA</b>	<b>HORAS</b>	<b>HORAS</b>
1	1	0
2	3	3
3	2	0
4	6	6
5	1	0
6	11	9
7	3	0
8	4	3
9	5	3
10	8	6
<b>TOTALES</b>	<b>44</b>	<b>30</b>

<b>APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA:</b>	<b>APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD:</b>	<b>VIGENCIA</b> DESDE:                      HASTA:	<b>HOJA</b> /
--	---	---	------------------



**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**  
**DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA**



<b>ASIGNATURA:</b> Sistemas de Control II				<b>TIPO DE ASIGNATURA:</b> Obligatoria			
<b>CODIGO:</b> 2222	<b>UNIDADES:</b> 4			<b>REQUISITOS:</b> 2222			
<b>HORAS/SEMANA:</b> 5	<b>TEORÍA:</b> 3	<b>PRÁCTICA:</b>	<b>LABORATORIO:</b> 2	<b>SEMINARIO:</b>	<b>TRABAJO SUPERVISADO:</b>	<b>HORAS TOTALES DE ESTUDIO:</b> 5	<b>SEMESTRE:</b> 8vo

**F- HORAS DE CONTACTO**

La asignatura comprende:

44 horas de teoría.

30 horas de laboratorio.

4 horas de evaluación. (exámenes parciales de 2 horas c/u)

Lo que permite una distribución semanal de 3 horas de teoría y 2 horas de laboratorio.

**G- PLAN DE EVALUACIÓN**

2 exámenes parciales de 2 horas cada uno.

Evaluaciones continuas acumulativas equivalente a un parcial. Tareas.

**H- BIBLIOGRAFÍA**

SHULTZ and MELSA- **“State Functions and Linear Control Systems”**- Mc Graw Hill, 1967

SERIE SCHAUM - **“Espacio de Estado y Sistemas Lineales”**

K. OGATA - **“State Espace Analysis of Control Systems”** - - Prentice Hall Internacional, 1967.

W. BROGAN - **“Modern Control Theory”**- Quantum Publishers, 1974.

KAILATH **“Linear Systems”** – Prentice Hall, 1980.

K. OGATA- **“Discrete Time Control Systems”** – Prentice Hall International, 1987.

APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA:	APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD:	VIGENCIA DESDE:	HASTA:	HOJA /
---------------------------------	----------------------------------	--------------------	--------	-----------