



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



ASIGNATURA: Sistemas de Control I				TIPO DE ASIGNATURA: Obligatoria			
CODIGO: 2222	UNIDADES: 5			REQUISITOS: 2217, 2507			
HORAS/SEMANA: 7	TEORÍA: 4	PRÁCTICA: 1	LABORATORIO: 2	SEMINARIO:	TRABAJO SUPERVISADO:	HORAS TOTALES DE ESTUDIO: 7	SEMESTRE: 7mo

PROPÓSITOS

Esta asignatura es la primera de la Unidad Docente Sistemas de Control que deben cursar los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Eléctrica y forma parte, junto con Sistemas de Control II, del grupo de asignaturas diseñadas para dar al estudiante de la opción Electrónica, los conocimientos básicos en el área de Sistemas de Control. La asignatura cubre el análisis y diseño de sistemas de control de tiempo continuo en el dominio de la frecuencia y en el dominio del tiempo.

Esta asignatura es requisito formal de la asignaturas Sistemas de Control II e Instrumentación y Control Industrial, por cuanto suministra conocimientos básicos que se aplicarán en dichas asignaturas.

OBJETIVO GENERAL

Al término de esta asignatura el estudiante será capaz de modelar, caracterizar, analizar, compensar y diseñar sistemas de control, tanto en el dominio del tiempo continuo como en el dominio de la frecuencia, bajo diversos enfoques.

OBJETIVOS TERMINALES

1. Definir los conceptos básicos de Sistemas de Control.
2. Modelar matemáticamente los sistemas físicos
3. Analizar las ventajas y desventajas de los sistemas de control realimentados.
4. Aplicar los métodos clásicos de análisis y diseño de sistemas automáticos de control.

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



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



ASIGNATURA: Sistemas de Control I				TIPO DE ASIGNATURA: Obligatoria			
CODIGO: 2222	UNIDADES: 5			REQUISITOS: 2217, 2507			
HORAS/SEMANA: 7	TEORÍA: 4	PRÁCTICA: 1	LABORATORIO: 2	SEMINARIO:	TRABAJO SUPERVISADO:	HORAS TOTALES DE ESTUDIO: 7	SEMESTRE: 7mo

OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DE CONTROL.

- 1.1. Definir términos que describen los sistemas de control.
- 1.2. Describir los diferentes tipos de sistemas de Control.
- 1.3. Ejemplificar los sistemas descritos.

2. MODELOS MATEMÁTICOS DE SISTEMAS FÍSICOS.

- 2.1. Describir los sistemas continuos y los sistemas discretos.
- 2.2. Establecer las diferencias entre ellos.
- 2.3. Especificar las características de los sistemas continuos
- 2.4. Definir el concepto de ecuaciones diferenciales.
- 2.5. Aplicar las ecuaciones diferenciales a los sistemas continuos.
- 2.6. Linealizar sistemas no lineales.
- 2.7. Aplicar la transformada de Laplace a las ecuaciones diferenciales de los sistemas realimentados.
- 2.8. Determinar la función de transferencia de ciertos sistemas.
- 2.9. Representar los sistemas de control en diagramas de bloques.
- 2.10. Realizar operaciones con dichos diagramas.
- 2.11. Representar sistemas en diagramas de flujos.
- 2.12. Aplicar la Fórmula de Mason.

3. CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS DE CONTROL.

- 3.1. Definir los sistemas en lazo abierto y en lazo cerrado.
- 3.2. Definir Sensibilidad.
- 3.3. Evaluar la sensibilidad de los sistemas de control a la variación de los parámetros.
- 3.4. Describir señales perturbadoras.
- 3.5. Definir error en estado estacionario.

4. FUNCIONAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE CONTROL REALIMENTADOS.

- 4.1. Establecer las especificaciones en el dominio del tiempo.
- 4.2. Definir respuesta transitoria.
- 4.3. Definir y ejemplificar:

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



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



ASIGNATURA: Sistemas de Control I				TIPO DE ASIGNATURA: Obligatoria			
CODIGO: 2222	UNIDADES: 5			REQUISITOS: 2217, 2507			
HORAS/SEMANA: 7	TEORÍA: 4	PRÁCTICA: 1	LABORATORIO: 2	SEMINARIO:	TRABAJO SUPERVISADO:	HORAS TOTALES DE ESTUDIO: 7	SEMESTRE: 7mo

- 4.3.1. Sistemas de primer orden.
- 4.3.2. Sistemas de segundo orden.
- 4.3.3. Sistemas de orden superior.
- 4.4. Aplicar el método de localización de las raíces en el plano "s".

5. ESTABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE CONTROL.

- 5.1. Definir estabilidad.
- 5.2. Analizar la estabilidad por localización de las raíces en el plano "s".
- 5.3. Aplicar el criterio de Routh - Hurwitz para analizar estabilidad absoluta.
- 5.4. Definir estabilidad relativa.

6. EL MÉTODO DEL LUGAR GEOMÉTRICO DE LAS RAÍCES.

- 6.1. Definir lugar geométrico de raíces.
- 6.2. Describir el método del lugar geométrico de las raíces.
- 6.3. Diseñar un sistemas usando el método de L.G.R.
- 6.4. Relacionar sensibilidad con lugar geométrico de las raíces.

7. MÉTODOS DE LA RESPUESTA EN FRECUENCIA.

- 7.1. Definir respuesta en frecuencia
- 7.2. Obtener gráficos de la respuesta en frecuencia.
- 7.3. Describir los diagramas:
 - 7.3.1. Polares.
 - 7.3.2. De Bode en fase y amplitud.
 - 7.3.3. Amplitud contra fase.
- 7.4. Especificar sistemas en el dominio de la frecuencia.

8. ESTABILIDAD EN EL DOMINIO DE LA FRECUENCIA.

- 8.1. Analizar el criterio de Nyquist.
- 8.2. Definir margen de fase y margen de ganancia.
- 8.3. Evaluar la respuesta en frecuencia de los sistemas de lazo cerrado.

9. COMPENSACIÓN DE SISTEMAS REALIMENTADOS

- 9.1. Compensar sistemas en cascada y en realimentación.
 - 9.1.1. Compensar en adelanto de fase.

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



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



ASIGNATURA: Sistemas de Control I				TIPO DE ASIGNATURA: Obligatoria			
CODIGO: 2222	UNIDADES: 5			REQUISITOS: 2217, 2507			
HORAS/SEMANA: 7	TEORÍA: 4	PRÁCTICA: 1	LABORATORIO: 2	SEMINARIO:	TRABAJO SUPERVISADO:	HORAS TOTALES DE ESTUDIO: 7	SEMESTRE: 7mo

B. PROGRAMA DETALLADO

TEMA 1: INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DE CONTROL

Introducción. Recuento Histórico. Ejemplos de sistemas de control.

TEMA 2: MODELOS MATEMÁTICOS DE SISTEMAS FÍSICOS.

Sistemas continuos y sistemas discretos. Ecuaciones diferenciales de sistemas físicos. Linealización de sistemas no lineales. La transformada de Laplace. Función de transferencia. Representación en diagrama de bloques. Operaciones con diagramas de bloques. Representación en diagrama de flujo de señal. Fórmula de Mason.

TEMA 3: CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS DE CONTROL REALIMENTADOS.

Sistemas en lazo abierto, y en lazo cerrado. Sensibilidad de los sistemas de control a la variación de los parámetros. Señales perturbadoras. Error en estado estacionario.

TEMA 4: FUNCIONAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE CONTROL REALIMENTADOS.

Especificaciones en el dominio del tiempo. Respuesta transitoria. Sistema de primer orden. Sistema de segundo orden. Sistema de orden superior. Localización de las raíces en el plano s y la respuesta transitoria. Error en estado estacionario (coeficientes de error estático).

TEMA 5: ESTABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE CONTROL.

Concepto de estabilidad. Localización de las raíces en el plano s . El criterio de Routh - Hurwitz. Estabilidad relativa.

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



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



ASIGNATURA: Sistemas de Control I				TIPO DE ASIGNATURA: Obligatoria			
CODIGO: 2222	UNIDADES: 5			REQUISITOS: 2217, 2507			
HORAS/SEMANA: 7	TEORÍA: 4	PRÁCTICA: 1	LABORATORIO: 2	SEMINARIO:	TRABAJO SUPERVISADO:	HORAS TOTALES DE ESTUDIO: 7	SEMESTRE: 7mo

TEMA 6: EL MÉTODO DEL LUGAR GEOMÉTRICO DE LAS RAÍCES.

Introducción. Concepto de L.G.R. Diseño usando el método de raíces. Sensibilidad y el L.G.R.

TEMA 7: MÉTODOS DE LA RESPUESTA DE FRECUENCIA.

Introducción. Gráficos de la respuesta de frecuencia. Diagramas polares. Diagramas de Bode en amplitud y fase. Diagramas amplitud contra fase. Especificaciones de funcionamiento en el dominio de la frecuencia.

TEMA 8: ESTABILIDAD EN EL DOMINIO DE LA FRECUENCIA.

Introducción. Criterio de Nyquist. Estabilidad relativa. Margen de fase y margen de ganancia. Respuesta de frecuencia de los sistemas de lazo cerrado.

TEMA 9: COMPENSACIÓN DE SISTEMAS REALIMENTADOS.

Introducción. Compensación en cascada y en realimentación. Compensación en adelanto de fase. Compensación en retardo de fase. Compensación en retardo - adelanto. Control P, PD, PI, PID.

TEMA 10: INTRODUCCIÓN AL ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS DE CONTROL EN EL DOMINIO DEL TIEMPO.

Introducción. Variables de estado de un sistema dinámico. Representación matricial de sistemas.

C. PROGRAMA DE LABORATORIO

El laboratorio de esta asignatura consta de 5 prácticas.

Objetivos Específicos de cada Práctica:

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



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



ASIGNATURA: Sistemas de Control I				TIPO DE ASIGNATURA: Obligatoria			
CODIGO: 2222	UNIDADES: 5			REQUISITOS: 2217, 2507			
HORAS/SEMANA: 7	TEORÍA: 4	PRÁCTICA: 1	LABORATORIO: 2	SEMINARIO:	TRABAJO SUPERVISADO:	HORAS TOTALES DE ESTUDIO: 7	SEMESTRE: 7mo

PRACTICA 1. INTRODUCCIÓN A LA COMPUTACIÓN ANALÓGICA.

- 1.1. Desarrollar destrezas en el manejo del computador analógico EA11000, ubicando sus diferentes partes y entendiendo la función de cada una de ellas para su posterior aplicación.
- 1.2. Realizar conexiones necesarias para lograr obtener ciertas funciones.
- 1.3. Simular con el computador sistemas de primer y segundo orden, para aprender la técnica de escalamiento como método de transformación de variables físicas a variables medibles en el computador analógico.

PRACTICA 2. EQUIPO FEEDBACK.

- 2.1. Conocer los diferentes bloques componentes del equipo feedback modular.
- 2.2. Desarrollar destrezas en el manejo de dicho equipo.
- 2.3. Determinar características estáticas y dinámicas en los bloques del equipo que lo ameriten.

PRACTICA 3. ESTUDIO DE LA ESTABILIDAD.

- 3.1. Mediante la realización de montajes experimentales.
- 3.2. Analizar la estabilidad de las raíces de una ecuación diferencial.
- 3.3. Analizar la estabilidad de un servosistema.
- 3.4. Evaluar la influencia de la ganancia sobre la estabilidad.
- 3.5. Evaluar el efecto de una realimentación taquimétrica.
- 3.6. Realizar la estabilización de un sistema.

PRACTICA 4. CONTROL DE VELOCIDAD.

- 4.1. Estudiar el concepto de regulación de velocidad mediante su aplicación a un sistema real.
- 4.2. Simular dicho concepto en el computador analógico.

PRACTICA 5. CONTROL DE POSICIÓN.

- 5.1. Realizar un montaje experimental en el equipo feedback que permita:
 - 5.1.1. Observar el comportamiento de un sistema de control de posición.
 - 5.1.2. Observar el efecto de las perturbaciones al sistema.

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



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



ASIGNATURA: Sistemas de Control I				TIPO DE ASIGNATURA: Obligatoria			
CODIGO: 2222	UNIDADES: 5			REQUISITOS: 2217, 2507			
HORAS/SEMANA: 7	TEORÍA: 4	PRÁCTICA: 1	LABORATORIO: 2	SEMINARIO:	TRABAJO SUPERVISADO:	HORAS TOTALES DE ESTUDIO: 7	SEMESTRE: 7mo

- 5.1.3. Observar el efecto de la ganancia del atenuador en la respuesta del sistema.
- 5.2. Realizar un montaje experimental que permita observar el efecto de la realimentación taquimétrica.

D. REQUISITOS

Haber aprobado las asignaturas:
 Análisis de Sistemas Lineales y Electrónica II.

E. PROGRAMACION CRONOLOGICA

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

TEMA	HORAS DE TEORIA	HORAS DE PRACTICA
1	1	1
2	9	2
3	2	1
4	5	1
5	2	2
6	6	2
7	2	1

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



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



ASIGNATURA: Sistemas de Control I				TIPO DE ASIGNATURA: Obligatoria			
CODIGO: 2222	UNIDADES: 5			REQUISITOS: 2217, 2507			
HORAS/SEMANA: 7	TEORÍA: 4	PRÁCTICA: 1	LABORATORIO: 2	SEMINARIO:	TRABAJO SUPERVISADO:	HORAS TOTALES DE ESTUDIO: 7	SEMESTRE: 7mo

8	4	2
9	5	2
10	6	2
TOTAL:	42	16

Con respecto al Laboratorio:

PRACTICA	HORAS DE LABORATORIO
1	6
2	4
3	4
4	4
5	2
TOTAL:	20

F. HORAS DE CONTACTO

42 Horas de Teoría

16 Horas de Práctica

20 Horas de Laboratorio

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



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



ASIGNATURA: Sistemas de Control I				TIPO DE ASIGNATURA: Obligatoria			
CODIGO: 2222	UNIDADES: 5			REQUISITOS: 2217, 2507			
HORAS/SEMANA: 7	TEORÍA: 4	PRÁCTICA: 1	LABORATORIO: 2	SEMINARIO:	TRABAJO SUPERVISADO:	HORAS TOTALES DE ESTUDIO: 7	SEMESTRE: 7mo

8 Horas de evaluación (3 evaluaciones de 2 horas c/u, 1 control teórico de 1 hora y 1 control práctico de 1 hora).

Lo cual permite una distribución semanal de tres (4) horas de teoría, una (1) hora de práctica y dos (2) horas de Laboratorio.

G. PLAN DE EVALUACIÓN

La evaluación de los alumnos será en base a:

1. Tres (3) pruebas de conocimientos parciales escritas, de dos (2) horas de duración y calificadas con base a 20 puntos cada una y con igual peso en la distribución final de las notas, constituyendo la evaluación teórica y un 70% de la nota total.
2. Evaluación del Laboratorio:
 - 2.1. Una (1) prueba experimental.
 - 2.2. Una (1) prueba escrita.
 - 2.3. Asistencia y desarrollo de las prácticas.
 - 2.4. Presentación de informes de cada práctica.

La nota de laboratorio tiene un valor de 30 % sobre la nota final y la nota mínima aprobatoria será de 10 puntos. Es de carácter obligatorio aprobar el Laboratorio para tener derecho al examen de reparación y para poder aprobar la asignatura.

H. BIBLIOGRAFÍA

Libro Texto

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

