



# ESP E

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
CAMINO A LA EXCELENCIA

## VICERRECTORADO ACADÉMICO

*Unidad de Desarrollo Educativo*

### PROGRAMA DE ASIGNATURA – SÍLABO –

#### 1. DATOS INFORMATIVOS

<b>ASIGNATURA:</b> CONTROL DIGITAL	<b>CÓDIGO:</b> ELEE30033	<b>NRC:</b>	<b>NIVEL DE FORMACION:</b> TERCERA ETAPA	<b>CRÉDITOS:</b> 4
<b>DEPARTAMENTO:</b> ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA	<b>CARRERAS:</b> INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL; INGENIERÍA MECATRONICA.		<b>ÁREA DEL CONOCIMIENTO:</b> AUTOMÁTICA Y ROBÓTICA.	
<b>DOCENTE:</b>	<b>PERÍODO ACADÉMICO:</b>	<b>SESIONES/SEMANA:</b>		<b>EJE DE FORMACIÓN ESPECIALIZACIÓN</b>
	<b>FECHA ELABORACIÓN:</b> 10/FEBRERO/2011	<b>TEÓRICAS:</b> 2H	<b>PRÁCTICAS:</b> 2H	
<b>PRE-REQUISITOS:</b> SISTEMAS DE CONTROL (ELEE20076) PROCESAMIENTO DIGITAL DE SEÑALES (ELEE22068)				
<b>CO-REQUISITOS:</b>				
<b>DESCRIPCIÓN DE LA ASIGNATURA:</b> <p>El presente curso tiene por objetivo diseñar e implementar sistemas de control discretos, para sistemas prácticos lineales y no lineales, cuyos controladores están diseñados en base a la teoría de control clásica y moderna. Su utilidad radica en el hecho de que mediante este curso el estudiante estará en capacidad de diseñar controladores discretos, implementados vía computador, o PLC's, y de conocer cómo interconectar e involucrar los diferentes elementos que componen un sistema de control discreto en lazo cerrado, presentado como solución para determinados procesos dentro de la industria. Su vinculación al currículo de la carrera se da en un séptimo nivel, en donde el estudiante reúne apropiadamente los conocimientos y capacidades necesarias para diseñar e implementar un sistema de control discreto en lazo cerrado.</p>				



**ESPE**  
 ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
 CAMINO A LA EXCELENCIA

**VICERRECTORADO ACADÉMICO**

*Unidad de Desarrollo Educativo*

**UNIDADES DE COMPETENCIAS A LOGRAR:**

**GENÉRICAS:**

1. Demuestra en su accionar profesional valores universales y propios de la profesión, demostrando inteligencia emocional y creatividad en el desarrollo de las ciencias.
2. Interpreta y resuelve problemas de la realidad aplicando métodos de investigación, métodos propios de las ciencias, herramientas tecnológicas y diversas fuentes de información en idioma nacional y extranjero, con honestidad, responsabilidad, trabajo en equipo y respeto a la propiedad intelectual;
3. Demuestra cualidades de liderazgo y espíritu emprendedor para la gestión de proyectos empresariales y sociales, en los sectores públicos y privados.
4. Promueve una cultura de conservación del ambiente en la práctica profesional y social.

**ESPECÍFICAS:**

1. Integra tecnologías de última generación para la optimización de la operación de procesos productivos con creatividad y respeto al medio ambiente, cumpliendo normas internacionales para la documentación y presentación de sus diseños.
2. Aplica estrategias de control para la optimización de la operación de procesos productivos con responsabilidad y cumpliendo normas internacionales para la documentación y presentación de sus diseños.

**ELEMENTO DE COMPETENCIA:**

Diseña sistemas de control discretos a fin de controlar determinados procesos dentro de la industria con ética profesional y social.

**RESULTADO FINAL DEL APRENDIZAJE:**

Diseño e implementación de sistemas de control discreto.

**CONTRIBUCIÓN DE LA ASIGNATURA A LA FORMACIÓN PROFESIONAL:**

Los conocimientos adquiridos a través de esta asignatura contribuyen para que el estudiante tenga las herramientas necesarias para el diseño de controladores discretos, clave para un ingeniero de especialización en automatización y control.

Al tratar con los elementos que forman parte de un sistema de control discreto tales como la planta, controladores discretos, pre-actuadores, actuadores, sensores, acondicionadores de señal y elementos finales de control esta asignatura guarda relación directa con materias tales como, instrumentación y sensores, sistemas de control, control industrial, PLC's, y control de procesos.

La asignatura finalmente, por su importancia en la especialización, corresponde a la formación fundamental para la carrera de ingeniería electrónica en la rama de automatización y control.

**2. SISTEMA DE CONTENIDOS Y PRODUCTOS DEL APRENDIZAJE**

No.	UNIDADES DE ESTUDIO Y SUS CONTENIDOS	EVIDENCIA DEL APRENDIZAJE Y SISTEMA DE TAREAS
1	Unidad 1: <b>SISTEMAS EN TIEMPO DISCRETO</b>	<b>Producto de Unidad:</b> <b>MODELAMIENTO Y DISCRETIZACIÓN DE UN SISTEMA (VARIABLES A CONSIDERAR: POSICIÓN, TEMPERATURA, NIVEL, VELOCIDAD).</b>
	<b>Contenidos de estudio:</b> 1.1. MÉTODOS DE TRANSFORMACIÓN PARA	<b>Tarea principal 1.1</b> Resolución de problemas relacionados a los temas planteados.

	<p>ANÁLISIS DE SISTEMAS DISCRETOS.</p> <p>1.2. SOLUCIÓN DE ECUACIONES DIFERENCIA.</p> <p>1.3. DIAGRAMAS DE SIMULACIÓN Y FLUJO.</p> <p>1.4. MUESTREO Y RECONSTRUCCIÓN DE DATOS</p>	<p><b>Tarea 1.2.</b> Modelamiento y Discretización de sistemas.</p>
2	<p><b>Unidad 2:</b></p> <p><b>DISEÑO DE SISTEMAS DE CONTROL DISCRETOS MEDIANTE EL EMPLEO DE TÉCNICAS DE CONTROL CLÁSICAS EN EL DOMINIO DE LA FRECUENCIA.</b></p>	<p><b>Producto de Unidad:</b></p> <p><i>DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE CONTROL DISCRETO UNIVARIABLE APLICANDO DIVERSAS TÉCNICAS DE CONTROL CLÁSICAS. (VARIABLES A CONSIDERAR: POSICIÓN, TEMPERATURA, NIVEL, VELOCIDAD).</i></p>
	<p><b>Contenidos de estudio:</b></p> <p>2.1 ANÁLISIS DE RESPUESTA TRANSITORIA Y DE RÉGIMEN PERMANENTE DE SISTEMAS DISCRETOS EN LAZO ABIERTO Y CERRADO.</p> <p>2.2 PLANO Z.</p> <p>2.3 TRANSFORMACIÓN BILINEAL: PLANO W.</p> <p>2.4 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE SISTEMAS DISCRETOS.</p> <p>2.5 DISEÑO DE REDES DE COMPENSACIÓN DISCRETAS ATRASO, ADELANTO, Y ADELANTO ATRASO EN EL DOMINIO DE LA FRECUENCIA.</p> <p>2.6 DISEÑO DE CONTROLADORES PID DISCRETOS EN EL DOMINIO DE LA FRECUENCIA.</p>	<p><b>Tarea principal 2.1:</b> Análisis y simulación de la respuesta transitoria y de régimen permanente de sistemas discretos.</p> <p><b>Tarea principal 2.2:</b> Diseño y simulación de sistemas de control discretos mediante el uso de redes de compensación diseñadas en el plano W.</p> <p><b>Tarea principal 2.3:</b> Diseño y simulación de sistemas de control discretos mediante el uso de controladores PID diseñados en el plano Z.</p> <p><b>Tarea principal 2.4:</b> Implementación de sistemas de control discretos.</p>
3	<p><b>Unidad 3:</b></p> <p><b>DISEÑO DE SISTEMAS DE CONTROL DISCRETOS MEDIANTE LA TÉCNICA DE CONTROL MODERNO (ESPACIO DE ESTADOS).</b></p>	<p><b>Producto de Unidad:</b></p> <p><i>DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE CONTROL DISCRETO UNIVARIABLE APLICANDO LA TÉCNICA DE CONTROL MODERNO ESPACIO DE ESTADOS. (VARIABLES A CONSIDERAR: POSICIÓN, TEMPERATURA, NIVEL, VELOCIDAD).</i></p>
	<p><b>Contenidos de estudio:</b></p> <p>3.1 ANÁLISIS DE CONTROL Y OBSERVACIÓN DE SISTEMAS.</p> <p>3.2 DISCRETIZACIÓN DE SISTEMAS EN EL ESPACIO DE ESTADOS.</p> <p>3.3 DISEÑO DE CONTROLADORES DISCRETOS VÍA ESPACIO DE ESTADOS.</p>	<p><b>Tarea principal 3.1:</b> Diseño y simulación de sistemas de control discretos vía espacio de estados.</p> <p><b>Tarea principal 3.2:</b> Implementación de controladores diseñados mediante la técnica de control moderno (espacio de estados).</p>

### 3. RESULTADOS Y CONTRIBUCIONES A LAS COMPETENCIAS PROFESIONALES:

LOGRO O RESULTADOS DE APRENDIZAJE	NIVELES DE LOGRO			El estudiante debe
	A Alta	B Media	C Baja	
A. Aplicar Conocimientos en matemáticas, ciencia e ingeniería.	x			Resuelve sistema de ecuaciones diferenciales. Aplica conceptos de transformada z. Aproxima numéricamente operaciones de integración y derivación.
B. Diseñar, conducir experimentos, analizar e interpretar datos.	x			Analiza la estabilidad de un sistema discreto.
C. Diseñar sistemas, componentes o procesos bajo restricciones realistas.	x			Discretiza un sistema de tipo lineal o no lineal. Diseña sistemas de control discretos.
D. Trabajar como un equipo multidisciplinario.		x		Interpreta datos proporcionados por parte de las disciplinas de instrumentación, mecánica, eléctrica, procesos.
E. Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.	x			Identifica parámetros de desempeño para sistemas discretos.
F. Comprender la responsabilidad ética y profesional.		x		Demuestra dominio respecto al oportuno manejo de especificaciones técnicas y empleo de elementos que componen un lazo de control discreto.
G. Comunicarse efectivamente.	x			Expone oralmente temas de investigación asignados y presenta informes escritos respecto al diseño de controladores discretos.
H. Entender el impacto de la ingeniería en el contexto medioambiental, económico y global.		x		Dimensiona de manera apropiada los elementos que componen un sistema de control discreto en lazo cerrado.
I. Comprometerse con el aprendizaje continuo.		x		Investiga temas asignados respecto a la materia.
J. Conocer temas contemporáneos.		x		Investiga diseño de controladores mediante técnicas modernas.
K. Usar técnicas, habilidades y herramientas prácticas para la ingeniería.	x			Usa matlab como simulador para diseño de controladores discretos para implementarlos posteriormente vía PC, controladores universales, PLC's.

### 4. FORMAS Y PONDERACIÓN DE LA EVALUACIÓN.

TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	1er Parcial*	2do Parcial*	3er Parcial*
Tareas	4	4	4
Investigación			
Lecciones	2	2	2
Pruebas			
Laboratorios/informes			
Evaluación conjunta	8	8	8
Producto de unidad	2	2	2
Defensa del Resultado final del aprendizaje y documento	4	4	4
<b>Total:</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>20</b>

## 5. PROYECCIÓN METODOLÓGICA Y ORGANIZATIVA PARA EL DESARROLLO DEL PROGRAMA

- Clase magistral.
- Clases prácticas.
- Toma de apuntes.
- TIC
- Debates.
- Gráficos.
- Talleres.

( Se planteará la proyección de los métodos de enseñanza y de aprendizajes que se utilizarán, en especial deberá quedar reflejado la aplicación del ciclo de aprendizaje, el aprendizaje basado en problemas, aprendizaje basado en casos, trabajos colaborativos, ... )

### El empleo de las TIC en los procesos de aprendizaje:

- Para optimizar el proceso de enseñanza-aprendizaje, se utilizará el laboratorio con los siguientes equipos: procesos varios, elementos de medición, pre-actuadores, actuadores, controladores asistidos por computador, PLC's.
- Las TIC, se las emplearán para realizar las simulaciones de los temas tratados en el aula y presentaciones.
- Se utilizarán los simuladores: Matlab, Simulink.

## 6. DISTRIBUCIÓN DEL TIEMPO TOTAL DEL PROGRAMA:

### PRESENCIAL

TOTAL HORAS	CONFERENCIAS ORIENTADORAS DEL CONTENIDO	CLASES PRÁCTICAS	LABORATORIOS	CLASES DEBATES	CLASES EVALUACIÓN	TRABAJO AUTÓNOMO DEL ESTUDIANTE
128	20	12	12	8	12	64

## 7. TEXTO GUÍA DE LA ASIGNATURA

TÍTULO	AUTOR	EDICIÓN	AÑO	IDIOMA	EDITORIAL
Feedback Control Systems	Philips, Parr	QUINTA	2011	Inglés	Prentice Hall

## 8. BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

TÍTULO	AUTOR	EDICIÓN	AÑO	IDIOMA	EDITORIAL
Process Identification and PID Control	Su Whan Sung, Jletae Lee		2011	Inglés	Wiley-IEEE Press



**ESPE**  
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
CAMINO A LA FRECUENCIA

**VICERRECTORADO ACADÉMICO**  
*Unidad de Desarrollo Educativo*

Discrete Time Signal Processing	Oppenheim, S	TERCERA	2010	Ingles	Prentice Hall
Control Systems Engineering	Norman Nise S.	QUINTA	2008	Ingles	Wiley & Sons
Model-based signal processing	James V.Candy	PRIMERA	2006	Ingles	Wiley & Sons
Sistemas de control continuos y discretos	John Dorsey	PRIMERA	2005	Español	McGraw Hill
Feedback control of dynamic systems	Gene F. Franklin J. David Powell	CUARTA	2002	Ingles	Prentice Hall

**9. LECTURAS PRINCIPALES QUE SE ORIENTAN REALIZAR:**

LIBROS – REVISTAS – SITIOS WEB	TEMATICA DE LA LECTURA	PAGINAS Y OTROS DETALLES
MagneticLevitationSystem (Manual De Instalación). Características Técnicas De Un Sistema De Levitación.	<b>ML_IM</b>	1-19
Magnetic Levitation System (Manual De Usuario). Modelamiento De Un Sistema No Lineal Y Diseño De Controladores.	<b>ML_UM</b>	1-47
MultitankSystem (Manual De Instalación). Características Técnicas De Un Sistema De Levitación.	<b>MT_im_PCI</b>	1-14
MultitankSystem(Manual De Usuario). Modelamiento De Un Sistema No Lineal Y Diseño De Controladores.	<b>MT_um_PCI</b>	1-76

Ing. Evelio Granizo  
**COORDINADOR ACADÉMICO**  
**DEEE**

Dr. Gonzalo Olmedo  
**DIRECTOR DEL DEPARTAMENTO**  
**DEEE**



## ANEXO - SILABO

## 1. DATOS INFORMATIVOS

<b>OBJETIVO(S) EDUCACIONAL(S) A CONTRIBUIR:</b> Aplicar estrategias de control para la optimización de la operación de procesos productivos con responsabilidad y cumpliendo normas internacionales para la documentación y presentación de sus diseños
<b>OBJETIVO DE LA ASIGNATURA:</b> Desarrolla estrategias de control para la optimización de la operación de procesos productivos

## 2. RESULTADOS DEL APRENDIZAJE, CONTRIBUCIÓN AL PERFIL DE EGRESO Y FORMA DE EVALUACIÓN.

LOGRO O RESULTADOS DE APRENDIZAJE	NIVELES DE LOGRO			Evidencia del aprendizaje	Forma de evaluación
	A Alta	B Media	C Baja		
Obtiene modelos en tiempo discreto de sistemas físicos		X		Resolución de compendios de ejercicios como tarea y presentación de trabajos en clase y evaluaciones escritas.	Revisión de la tarea y trabajos en clase con el uso de la rúbrica
Analiza el comportamiento de sistemas en tiempo discreto basado en criterios de estabilidad, respuesta en régimen transitorio y permanente.		X		Resolución de compendios de ejercicios como tarea y presentación de trabajos en clase y evaluaciones escritas.	Revisión de la tarea y trabajos en clase con el uso de la rúbrica
Diseña e implementa un sistema de control digital empleando teoría de control clásico y moderno para una variable física (temperatura, flujo, velocidad, etc.)	X			Memoria técnica del diseño e implementación de un sistema de control analógico.	Revisión de los diseños e implementación con el uso de la rúbrica

## 3. BIBLIOGRAFÍA BÁSICA/ TEXTO GUÍA DE LA ASIGNATURA

TÍTULO	AUTOR	EDICIÓN	AÑO	IDIOMA	EDITORIAL
Feedback Control Systems	Phillips, Parr	Quinta	2011	Inglés	Prentice Hall

#### 4. ACUERDOS:

##### DEL DOCENTE:

- Esforzarme en conocer con amplitud y profundidad al campo académico, científico y práctico de la asignatura que enseño y preparar debidamente actualizado cada tema que exponga
- Asistir a clases siempre y puntualmente dando ejemplo al estudiante para exigirle igual comportamiento
- Motivar, estimular y mostrar interés por el aprendizaje significativo de los estudiantes y evaluar a conciencia y con justicia el grado de aprendizaje de los estudiantes
- Fomentar en los estudiantes el interés por la ciencia y la innovación tecnológica, propugnando además una conciencia social que los impulse a conocer la situación económica y social del país, con un sentido de participación y compromiso
- Las relaciones con mis colegas deberán estar sustentadas en los principios de lealtad, mutuo respeto, consideración, solidaridad y en la promoción permanente de oportunidades para mejorar el desarrollo profesional
- Contribuir en forma comprometida, con calidad de mi labor educativa, al prestigio y eficiencia de nuestra institución
- Promover y mantener el cuidado de las propiedades físicas e intelectuales de la institución, para asegurar un ambiente propicio para el mejoramiento continuo del proceso enseñanza aprendizaje
- La solución de conflictos y diferencias entre docentes y demás compañeros de la institución deberán resolverse mediante el diálogo y el consenso

##### DE LOS ESTUDIANTES:

- Ser honesto, no copiar, no mentir ni robar en ninguna forma
- Firmar toda prueba y trabajo que realice en conocimiento de que no he copiado de fuentes no permitidas
- Mantener en reserva pruebas, exámenes y toda información confidencial
- Colaborar con los eventos programados por la institución e identificarme con la Carrera
- Llevar siempre mi identificación en un lugar visible
- Ser partícipe de una educación libre, trabajar en grupo y colaborar en todo sentido con los demás
- Conducirme de tal manera que no debilite en forma alguna las oportunidades de realización personal y profesional de otras personas dentro de la comunidad universitaria; evitaré la calumnia, la mentira la codicia, la envidia
- Promover la bondad, reconocimiento, la felicidad, la amistad, la solidaridad y la verdad
- Respetar y cuidar todas las instalaciones físicas que conforman la carrera, así como sus laboratorios y el campus en general



Ing. Evelio Granizo  
**COORDINADOR ACADÉMICO  
DEEE**



Dr. Gonzalo Olmedo  
**DIRECTOR DEL DEPARTAMENTO  
DEEE**

