



## FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

### ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELÉCTRICA AREA CURRICULAR:

#### SILABO N° 47 SISTEMAS DE CONTROL

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1 Departamento académico: Ingeniería Eléctrica.
- 1.2 Semestre académico : 2019-B
- 1.3 Código de la asignatura : ES708
- 1.4 Ciclo : VII
- 1.5 Créditos : 03
- 1.6 Horas lectivas : 4(T=2, P=2)
- 1.7 Condición del curso : Obligatorio
- 1.8 Requisitos : Electrónica Industrial y de Potencia
- 1.9 Docente : Mendoza T rujillo Elmer Edwin

#### II. SUMILLA

El Curso pertenece al área de estudios de especialidad, es de naturaleza teórico – práctica. Le permite al alumno acceder a los sistemas de control, Definiciones, clasificación, Modelo matemático y físico de sistemas de control. Respuesta de un sistema físico en el tiempo. Ecuaciones diferenciales de sistema físico. Estabilidad. La transformada de Laplace. Controladores.

El curso se desarrolla mediante las unidades de aprendizaje siguientes: I. Modelos matemáticos de sistemas físicos. II. Aplicaciones de los Sistemas de Control.

#### III. COMPETENCIAS Y CAPACIDADES

##### 3.1 Competencias

Representa los modelos matemáticos de sistemas físicos, eléctricos y mecánicos.

Aplica las ecuaciones diferenciales y transformada de Laplace para encontrar el modelo matemático de los sistemas de control.

Interpreta el comportamiento temporal y estable de los sistemas de control de modelos físicos y eléctricos.

Describe y desarrolla los Sistemas de control de las principales aplicaciones en la ingeniería eléctrica.

Realiza los algoritmos de control destinados a controlar procesos de las industrias eléctricas y similares.

##### 3.2 Capacidades

Explica el concepto del lazo cerrado y sus beneficios en la aplicación de los sistemas de control.

Reconoce el modelo matemático de las principales máquinas eléctricas y sistemas de generación de voltaje.

Explica el comportamiento temporal de la respuesta transitoria de las máquinas eléctricas y sistemas físicos.

Describe gráficamente a través de software el comportamiento temporal y estable de los sistemas físicos y eléctricos.

Realiza el algoritmo de control PID, ON-OFF a través de herramientas de software y evalúa su comportamiento.

### **3.3 Contenidos actitudinales**

Expresa analíticamente las ecuaciones en el dominio temporal de los sistemas físicos y eléctricos.

Utiliza software de simulación para evaluar el comportamiento estable y temporal de los sistemas de control.

Participa en la elaboración del diseño de un algoritmo de control PID.

## **IV. PROGRAMACIÓN DE CONTENIDOS Y ACTIVIDADES**

**UNIDAD I : MODELOS MATEMATICOS DE SISTEMAS FISICOS**

**CAPACIDAD:** Representa los modelos matemáticos de sistemas físicos, eléctricos y mecánicos.  
 Aplica las ecuaciones diferenciales y transformada de la place para encontrar el modelo matemático de los sistemas de control.  
 Interpreta el comportamiento temporal y estable de los sistemas de control de modelos físicos y eléctricos.

SEMANA	CONTENIDO CONCEPTUALES	CONTENIDOS PROCEDIMENTALES	ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE	TOTAL HORAS
1	1.- Introducción a los sistemas de control. 2.- Diferencia entre el control clásico, control avanzado y sistemas expertos. 3.- Descripción de un sistema de control en lazo cerrado y lazo abierto.	1.- Expone los principios de los sistemas de control. 2.- Realiza ejemplos de un sistema de control en lazo abierto y uno cerrado	<b>Lectivas (L):</b> Introducción al tema – 3/4 hora Desarrollo del tema – 3/4 horas Elaboración de sistemas de control en lazo cerrado y lazo abierto – 1/2 hora	2h
2	1.-Esquemas de sistemas de control de sistemas térmicos y eléctricos. 2.- El concepto de la función de transferencia.	1.-Realiza los esquemas en lazo cerrado de un intercambiador de calor y un sistema de control de velocidad. 2.- Reconoce la variable controlada, la variable manipulada, el actuador, el sensor y el controlador del proceso 3.- Determina la función de transferencia utilizando el concepto de la transformada de la place.	<b>Lectivas (L):</b> Explicación al tema – 1/2 hora Desarrollo del tema – 1 hora Elaboración de ejemplos de aplicación – 1/2 horas	2h
3	1.- Conexiones en serie paralelo y retroalimentación de funciones de transferencia. 2.- Reducción de las funciones de transferencia. 3.- análisis de las señales de interés en los sistemas de control.	1. Reduce las funciones en serie y paralelos en una sola función equivalente. 2.-Resuelve la función equivalente del sistema de lazo cerrado con realimentación positiva y negativa. 3.- Describe la función escalón unitario, impulso y rampa para la aplicación de los sistemas de control.	<b>Lectivas (L):</b> Explicación del tema – 1 hora Desarrollo del tema– 1 hora	2h
4	1.- Modelos matemáticos de sistemas físicos. 2.- ecuaciones diferenciales de los principales modelos físicos. 3.- Determinación de la transformada de la place de los modelos físicos. 4.-Determinación de la transformada de la place de los modelos realizados.	1.- Realiza el modelo matemático de un sistema masa resorte y sistemas neumáticos a través de las ecuaciones diferenciales 2.- Determina la función de transferencia a través de la aplicación de la transformada de la place. 3.- Escribe el código en Matlab de las principales funciones del toolbox de control.	<b>Lectivas (L):</b> Explicación al tema – 3/4 hora Desarrollo del tema – 3/4 hora Ejercicio en aula – 1/2 hora	2h

5	1.- Modelos matemáticos de sistemas eléctricos. 2.- Modelos matemáticos de sistemas térmicos.	1.- Realiza el modelo matemático de un circuito R-L, R-C y RLC. 2.- Realiza el modelo matemático de un motor de corriente continua DC. 3.- Realiza el modelo matemático de un horno eléctrico.	<b>Lectivas (L):</b> Introducción al tema – 1/2 hora Desarrollo del tema – 11/2 horas	2h
6	1.- Sistemas de Primer Orden y Segundo Orden. 2.- Comportamiento temporal de los sistemas de primer y segundo orden.	1.- Reconoce un sistema de primer y segundo orden. 2.- Analiza el comportamiento temporal de los sistemas de primer y segundo orden. 3.- Analiza el error en estado estacionario.	<b>Lectivas (L):</b> Desarrollo del tema – 1 hora Ejercicio en aula – 1 hora	2h
7	1.- .Análisis del lugar geométrico de Raíces. 2.-Diseño de Sistemas de control mediante el método del lugar geométrico de Raíces.	1.- Grafica el lugar geométrico de las raíces. 2.- Analiza los sistemas de control mediante el lugar geométrico de las raíces. 3.- Realiza la Compensación en adelanto y atraso, compensadores de adelanto-atraso	<b>Lectivas (L):</b> Explicación al tema – 1/2 hora Desarrollo del tema – 11/2 horas	2h
8	EXAMEN PARCIAL			

### UNIDAD II : APLICACIONES DE LOS SISTEMAS DE CONTROL

**CAPACIDAD:** Realiza los algoritmos de control destinados a controlar procesos de las industrias eléctricas y similares.  
Describe y desarrolla los Sistemas de control de las principales aplicaciones en la ingeniería eléctrica.

SEMANA	CONTENIDO CONCEPTUALES	CONTENIDOS PROCEDIMENTALES	ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE	TOTAL HORAS
9	1.- Análisis de la respuesta en frecuencia. 2.- Graficas de Bode 3.- Criterio de estabilidad de Nyquist.	1.- Realiza de las gráficas de Bode. 2.- Realiza de las trazas de Nyquist.	<b>Lectivas (L):</b> Explicación al tema – 1/2 hora Desarrollo del tema – 11/2 horas	2h
10	1.- Diseño de los sistemas de control mediante la respuesta en frecuencia.	1.- Analiza los compensadores en adelanto y atraso. 2.- Analiza los compensadores en adelanto – atraso.	<b>Lectivas (L):</b> Explicación al tema – 1/2 hora Desarrollo del tema – 11/2 horas	2h
11	1.- Introducción al algoritmo On-Off. 2.- Introducción al algoritmo de control Proporcional.	1.- Realiza el algoritmo de control On – Off y lo aplica en el control de temperatura de un horno eléctrico 2.-Realiza el algorítmico de control de Proporcional y lo aplica en un control de nivel de líquidos.	<b>Lectivas (L):</b> Introducción al tema – 1/2 hora Desarrollo del tema – 11/2 horas	2h

12	<p>1.- La acción Integral en un controlador proporcional.</p> <p>2.- La acción derivativa en un controlador proporcional</p> <p>3.- La acción de control Proporcional, Integral y derivativo en un sistema de control.</p>	<p>1.- Analiza la acción de control integral y derivativo en un controlador proporcional.</p> <p>2.- Analiza las acciones de control Proporcional, Integral y derivativo en un sistema de control.</p>	<p><b>Lectivas (L):</b> Introducción al tema – 1/2 hora Desarrollo del tema – 11/2 horas</p>	2h
13	<p>1.- Sintonía de los controladores.</p> <p>2.-Metodo de la prueba y error para la sintonización de los controladores PID</p> <p>3.-Metodo de la curva de reacción y oscilaciones sostenidas.</p>	<p>1.- Expone el concepto de la sintonía de controladores.</p> <p>2.-Aplica el método de prueba y error para la sintonía de controladores PID.</p> <p>3.-Aplica el método de la curva de reacción y oscilaciones sostenidas para la sintonía de un controlador PID.</p>	<p><b>Lectivas (L):</b> Introducción al tema – 1/2 hora Desarrollo del tema – 11/2 horas</p>	2h
14	<p>1. Aplicaciones de los sistemas de control en las maquinas eléctricas.</p>	<p>1.- Desarrolla el sistema de control de posición y velocidad de una maquina eléctrica.</p> <p>2.- Describe los sistemas de control de los variadores de velocidad para motores de corriente alterna.</p>	<p><b>Lectivas (L):</b> Introducción al tema – 1/2 hora Desarrollo del tema – 11/2 horas</p>	2h
15	<p>1.- Aplicaciones de los sistemas de control a la generación de energía eléctrica.</p>	<p>1.- Realiza el concepto de generación de energía.</p> <p>2.- Describe el modelo matemático de un sistema de generación.</p> <p>3.- Realiza el modelo matemático del sistema de generación y evalúa el sistema de control de frecuencia.</p>	<p><b>Lectivas (L):</b> Introducción al tema – 1/2 hora Desarrollo del tema – 11/2 horas</p>	2h
6	EXAMEN FINAL			
17	EXAMEN SUSTITUTORIO			

## V. ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS

Método Expositivo – Interactivo. Disertación docente, participación activa del estudiante.

Método de Discusión Guiada. Conducción del grupo para abordar situaciones y llegar a conclusiones.

Método de Demostración – Ejecución. El docente ejecuta para demostrar cómo y con qué se hace y el estudiante ejecuta, para demostrar lo que aprendió.

## VI. RECURSOS Y MATERIALES

Equipos: Computadora personal para el profesor y computadora personal para cada estudiante

## VII. EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE

La evaluación del alumno se realizará con el tipo 4, que indica: Examen Parcial, Examen Final, Promedio de Prácticas y Prácticas de Laboratorio. La Fórmula del Promedio Final es la siguiente:

$$\text{Promedio Final} = \frac{\text{PT} + \text{EP} + \text{EF} + \text{PL}}{4}$$

PT: Promedio de trabajo practico

EP: Examen Parcial

EF: Examen Final

PL: Promedio de Laboratorios

ES: Examen Sustitutorio

El Examen Sustitutorio (ES) reemplaza a la nota más baja obtenida entre el Examen Parcial (EP) y el Examen Final (EF) con el respectivo peso asignado.

La Nota Mínima Aprobatoria de la asignatura es 11.

## VIII. FUENTES DE CONSULTA.

### Bibliográficas

Katsuhiko Ogata (2010). Ingeniería de Control Moderno, Prentice Hall.

Bishop Robert H. y Richard C. Dorf (2005). Sistemas de Control Moderno, Pearson.

Smith Carlos A. y Corripio Armando (1991). Control Automático de Procesos, Editorial Limusa.

Khuo Benjamin (2010). Sistemas de Control Automático, Prentice Hall.