

UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN
FACULTAD POLITÉCNICA
INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA
ENFASIS EN CONTROL INDUSTRIAL
PLAN 2008
PROGRAMA DE ESTUDIOS

Resolución N° 17/19/06-00 Acta N° 1007/11/09/2017 - ANEXO 03

I. - IDENTIFICACIÓN

1.	Asignatura	: Instrumentación y Control Industrial
2.	Semestre	: Octavo
3.	Horas semanales	: 8 horas
3.1.	Clases teóricas	: 3 horas
3.2.	Clases prácticas	: 2 horas
3.3.	Clases laboratorio	: 3 horas
4.	Total real de horas disponibles	: 128 horas
4.1.	Clases teóricas	: 48 horas
4.2.	Clases prácticas	: 32 horas
4.3.	Clases laboratorio	: 48 horas

II. - JUSTIFICACIÓN

Los conceptos de control y simulación de proceso industriales encuentran aplicaciones en instrumentos utilizados para medir, observar y cuantificar señales, dimensionar parámetros y simular comportamientos de funciones específicas que responden a patrones capaces de ser representados por ecuaciones y modelos matemáticos que ayudan a comprender el principio de funcionamiento de sistemas industriales.

Esta asignatura aporta con importantes herramientas que permiten al alumno comprender y diseñar con sólidos fundamentos sistemas e instrumentos de aplicación industrial.

III. - OBJETIVOS

- Definir los sistemas de medidas
- Clasificar los sistemas de medidas.
- Describir los bloques de funciones
- Definir conceptos de estabilidad – inestabilidad.
- Ejecutar Aplicaciones Reales del Modelo Clásico.

IV. - PRE - REQUISITOS

1. Principios de Sensores y Actuadores.
2. Controladores Programables I.

V. - CONTENIDO

5.1. UNIDADES PROGRAMÁTICAS

1. Sistemas de Medida.
2. Clasificación de Sistemas de Medida.
3. Bloques de Funciones.
4. Criterios de Estabilidad.
5. Aplicaciones Reales del Modelo Clásico.

5.2. Desarrollo de las unidades programáticas

1. Sistemas de Medida.
 - 1.1 Definiciones básicas.
 - 1.2 Objetivos.
 - 1.3 Interferencias: Externas e Internas.
 - 1.3.1 Indicación gráfica de Doebelin.
 - 1.4 Compensaciones.
 - 1.4.1 Por insensibilidad intrínseca.
 - 1.4.2 Por el método de retroalimentación.
 - 1.4.3 Por sistemas de filtrado.
 - 1.4.4 Por utilización de entradas opuestas.
 - 1.5 Características estáticas.
 - 1.5.1 Incertidumbre, repetibilidad, histéresis, resolución.
 - 1.5.2 Sensibilidad o factor de escala.
 - 1.5.3 Linealidad.

- 1.5.3.1 Independiente.
- 1.5.3.2 Ajustada al cero.
- 1.5.3.3 Terminal.
- 1.5.3.4 A través de los extremos.
- 1.5.3.5 Teórica.
- 1.6 Características dinámicas.
 - 1.6.1 El error dinámico.
 - 1.6.2 La velocidad de respuesta
- 1.7 Determinación de las características dinámicas.
 - 1.7.1 Determinación por medio de señal de entrada transitoria.
 - 1.7.2 Determinación por medio de señal de entrada periódica.
 - 1.7.3 Determinación por medio de señal de entrada aleatoria.
 - 1.7.4 Descripción matemática por ecuaciones diferenciales lineales.
- 2. Clasificación de Sistemas de Medida.
 - 2.1. Sistemas de medida de orden cero.
 - 2.1.1. Ecuación diferencial.
 - 2.1.2. Descripción en el dominio de la frecuencia, función de transferencia.
 - 2.1.3. Elementos que componen un sistema de orden cero.
 - 2.1.4. Ejemplos de sistemas de orden cero, solución de ejercicios.
 - 2.2. Sistemas de medida de primer orden.
 - 2.2.1. Ecuación diferencial.
 - 2.2.2. Descripción en el dominio de la frecuencia, función de transferencia.
 - 2.2.3. Elementos que componen un sistema de primer orden.
 - 2.2.4. Características de respuesta a:
 - 2.2.4.1. Señal de entrada transitoria.
 - 2.2.4.2. Señal de entrada periódica.
 - 2.2.5. El error dinámico en sistemas de primer orden.
 - 2.2.6. Curvas características.
 - 2.2.6.1. En el dominio del tiempo con entradas transitorias.
 - 2.2.6.2. En el dominio de la frecuencia con entradas periódicas-Diagrama de Bode.
 - 2.2.7. Ejemplos de sistemas de primer orden, solución de ejercicios.
 - 2.3. Sistemas de medida de segundo orden.
 - 2.3.1. Elementos que componen un sistema de segundo orden y sus definiciones.
 - 2.3.2. Ecuaciones diferenciales para.
 - 2.3.2.1. Condición de subamortiguación.
 - 2.3.2.2. Condición crítica de amortiguación.
 - 2.3.2.3. Condición de sobreamortiguación.
 - 2.3.3. Curvas características.
 - 2.3.3.1. Para entradas transitorias.
 - 2.3.3.1.1. Definición de parámetros.
 - 2.3.3.1.2. Definición de componentes.
 - 2.3.3.2. Para entradas periódicas.
 - 2.3.3.2.1. Definición de parámetros.
 - 2.3.3.2.2. Diagramas de Bode característicos.
 - 2.3.4. Ejemplos de sistemas de segundo orden, solución de ejercicios
- 3. Bloques de Funciones.
 - 3.1. Bloque proporcional de orden cero.
 - 3.1.1. Ecuación diferencial característica.
 - 3.1.2. Simbología.
 - 3.1.3. Función de transferencia.
 - 3.1.4. Curva de respuesta en el tiempo a señal transitoria.
 - 3.1.5. Diagrama de Bode.
 - 3.2. Bloque proporcional de primer orden o PT1.
 - 3.2.1. Ecuación diferencial característica.
 - 3.2.2. Simbología.
 - 3.2.3. Función de transferencia.
 - 3.2.4. Curva de respuesta en el tiempo a señal transitoria.
 - 3.2.5. Diagrama de Bode.
 - 3.3. Bloque proporcional de segundo orden o PT2.
 - 3.3.1. Ecuación diferencial característica.
 - 3.3.2. Simbología.
 - 3.3.3. Función de transferencia.
 - 3.3.4. Curva de respuesta en el tiempo a señal transitoria.
 - 3.3.5. Diagrama de Bode.
 - 3.4. Bloque de retardo o tiempo muerto.
 - 3.4.1. Características y descripción de comportamiento.
 - 3.4.2. Ecuación en el dominio del tiempo.
 - 3.4.3. Respuesta a señal de entrada transitoria.
 - 3.4.4. Ecuación en el dominio de la frecuencia.
 - 3.4.5. Ejemplos y ejercicios de entendimiento.
 - 3.5. Bloque integrativo de orden cero.
 - 3.5.1. Ecuación diferencial característica.

- 3.5.2. Simbología.
- 3.5.3. Función de transferencia.
- 3.5.4. Curva de respuesta en el tiempo a señal transitoria.
- 3.5.5. Diagrama de Bode.
- 3.6. Bloque integrativo de primer orden.
 - 3.6.1. Ecuación diferencial característica.
 - 3.6.2. Simbología.
 - 3.6.3. Función de transferencia.
 - 3.6.4. Curva de respuesta en el tiempo a señal transitoria.
 - 3.6.5. Diagrama de Bode.
- 3.7. Bloque integrativo de segundo orden.
 - 3.7.1. Ecuación diferencial característica.
 - 3.7.2. Simbología.
 - 3.7.3. Función de transferencia.
 - 3.7.4. Curva de respuesta en el tiempo a señal transitoria.
 - 3.7.5. Diagrama de Bode.
- 3.8. Bloque derivativo de orden cero, de primer orden y de segundo orden.
 - 3.8.1. Ecuación diferencial característica.
 - 3.8.2. Comportamiento ideal en el dominio del tiempo.
 - 3.8.3. Simbología.
 - 3.8.4. Respuesta a señal de entrada transitoria.
 - 3.8.5. Función de transferencia y diagrama de Bode.
- 3.9. Bloque integral proporcional de orden cero, de primer orden y de segundo orden.
 - 3.9.1. Ecuación diferencial característica.
 - 3.9.2. Comportamiento ideal en el dominio del tiempo.
 - 3.9.3. Simbología.
 - 3.9.4. Respuesta a señal de entrada transitoria.
 - 3.9.5. Función de transferencia y diagrama de Bode.
- 3.10. Bloque derivativo proporcional de orden cero, de primer orden y de segundo orden.
 - 3.10.1. Descripción de comportamiento.
 - 3.10.2. Simbología.
 - 3.10.3. Ecuaciones diferenciales características.
 - 3.10.4. Respuestas a señales transitorias.
 - 3.10.5. Funciones de transferencia.
 - 3.10.6. Diagrama de Bode.
 - 3.10.7. Diagrama de Nyquist.
- 3.11. Bloque proporcional integral y derivativo de orden cero, de primer orden y de segundo orden.
 - 3.11.1. Ecuaciones diferenciales características.
 - 3.11.2. Simbología.
 - 3.11.3. Respuesta a señales transitorias.
 - 3.11.4. Comportamiento del error dinámico.
 - 3.11.5. Funciones de transferencia.
 - 3.11.6. Diagramas de Bode.
 - 3.11.7. Diagrama de Nyquist
- 3.12. Ejercicios de fijación de conceptos.
- 3.13. Análisis de respuestas de lazos teóricos de regulación.
- 3.14. Ejercicios de selección de lazos de regulación.
- 3.15. Ejercicios de comprensión de efectos de perturbaciones
- 4. Criterios de Estabilidad.
 - 4.1. Conceptos de estabilidad – inestabilidad.
 - 4.2. Aplicación para circuitos cerrados y retroalimentados.
 - 4.3. Estabilidad por el criterio de Nyquist.
 - 4.3.1. Demostración gráfica.
 - 4.3.2. Demostración por funciones de transferencia.
 - 4.3.3. Definición.
 - 4.4. Estabilidad por el criterio de amplitud negativa inversa.
 - 4.4.1. Función de transferencia negativa inversa.
 - 4.4.2. Determinación de límite de estabilidad.
 - 4.5. Amplitud o ganancia límite.
 - 4.5.1. Definición.
 - 4.5.2. Determinación gráfica por diagrama de Bode.
 - 4.5.3. Determinación gráfica por diagrama de Nyquist.
 - 4.6. Fase límite.
 - 4.6.1. Definición.
 - 4.6.2. Determinación gráfica por diagrama de Bode.
 - 4.6.3. Determinación gráfica por diagrama de Nyquist.
 - 4.7. Ejemplos y ejercicios de aplicación.
- 5. Aplicaciones Reales del Modelo Clásico.
 - 5.1. Obtención experimental de modelos de sistemas de medida.
 - 5.1.1. Aplicación a sistemas de primer orden.

- 5.1.2. Aplicación a sistemas de segundo orden subamortiguado.
- 5.1.3. Aplicación a sistemas de segundo orden sobreamortiguado o Sistema de Harriot.
- 5.2. Circuitos RLC para simulación de sistemas de medida.
 - 5.2.1. Configuraciones.
 - 5.2.2. Modelos.
 - 5.2.3. Ejercicios.
- 5.3. Conformación de bloques de control con amplificadores operacionales.
 - 5.3.1. Circuitos de modelización para cada tipo de bloque de funciones.
 - 5.3.2. Ecuaciones básicas.
 - 5.3.3. Ejercicios.
- 5.4. Control de temperatura, nivel y presión.
 - 5.4.1. Ejemplos y ejercicios de aplicación – Modelización.
- 5.5. Sistemas mecánicos de masa y resortes.
 - 5.5.1. Ejercicios de aplicación.
- 5.6. Técnicas y esquemas de parametrización de bloques de funciones de control.
 - 5.6.1. Criterio de Ziegler Nichols.
 - 5.6.2. Criterio de Chien - Hrones y Reswick.
 - 5.6.3. Criterio de Samal.

VI. - ESTRATEGIAS METODOLOGICAS

1. Clases teóricas con ejemplos cotidianos y de rango industrial.
2. Resolución de ejercicios fuera de clase que implican tanto fijación de conceptos como investigación de detalles de comportamiento.
3. Prácticas de laboratorio acompañando los temas que se presentan en forma teórica

VII. - MEDIOS AUXILIARES

1. Pizarrón.
2. Equipo multimedia
3. Equipos de laboratorio.

VIII. - EVALUACION

Según Reglamentación y Normativas vigentes

1. Exámenes escritos acorde a la normativa de la Universidad: 70%
2. Prácticas de laboratorio concluidas: 20%
3. Trabajos prácticos: 10%

IX. - BIBLIOGRAFIA

- Dally, J.; Riley, W.; McConnel, K. Instrumentation for Engineering Measurements / James ally, William Riley, Kenneth McConnel. - . John Wiley & Sons, INC. New York – USA. ISBN - 0-471-55192-9.
- Mann, H.; Schiffelgen, H. Técnicas de Regulación / Heinz Mann, Horst Schiffelgen. - - Carl Hanser Verlag. Munich – Alemania.

MATERIALES BIBLIOGRÁFICOS DISPONIBLES EN LA BIBLIOTECA DE LA FACULTAD POLITÉCNICA

- Bolton, W. (1999). *Instrumentación y control industrial*. (2° ed.). Madrid: Paraninfo.
- Creus Sole, A. (2011). *Instrumentación industrial*. (8° ed.). México: Alfaomega.
- Doebelin, E. O. (2005). *Sistemas de medición e instrumentación: diseño y aplicación*. (5° ed.). México: McGraw-Hill.
- Helfrick, A. D. & Cooper, W.D. (1991). *Instrumentación electrónica moderna y técnicas de medición*. México : Prentice Hall Hispanoamericana.
- Pallás Areny, R. (2007). *Sensores y acondicionadores de señal*. (4° ed.). Barcelona: Marcombo.
- Serna Ruiz, A., Ros García, F. & Rico Noguera, J. C. (2010). *Guía práctica de sensores*. Madrid: Creaciones Copyright.

RECURSOS DISPONIBLES A TRAVÉS DE CICC0

- Kim, Y., & Yarlagadda, P. (2013). *Industrial Instrumentation and Control Systems II : Selected, Peer Reviewed Papers From the 2013 2nd International Conference on Measurement, Instrumentation and Automation (ICMIA 2013), April 23-24, 2013, Guilin, China*. Durnten-Zurich, Switzerland: Trans Tech Publications. 1. Recursos disponibles a través de Colecciones MHE
- Schultz, A. M., & Gilbert, R. C. (2011). *Industrial Control Systems*. Hauppauge, N.Y.: Nova Science Publishers, Inc.
- Shimada, A. (2016). Recent advances and outlook in industrial instrumentation and mechatronics control. *IEEJ Transactions On Electrical & Electronic Engineering*, 11S100. doi:10.1002/tee.22341

RECURSOS DISPONIBLES A TRAVÉS DE COLECCIONES MHE

- Fernández, D. B. Y. E. R. (2013). *Análisis y diseño de sistemas de control digital*. México, D.F., MX: McGraw-Hill Interamericana.
- Niebel, B. W., & Freivalds, A. (2009). *Ingeniería industrial: métodos, estándares y diseño del trabajo*. (12a. ed.). Distrito Federal, Select Country: McGraw-Hill Interamericana.