

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA



LABORATORIO 2. Diseño e implementación de PID análogo hallado mediante técnicas de sintonización

Guías de Prácticas de Laboratorio	Identificación: GL-AA-F-1	
	Número de Páginas: 7	Revisión No.: 2
	Fecha Emisión: 2018/01/31	
Laboratorio de: Control Lineal		
Título de la Práctica de Laboratorio: LABORATORIO 2. Diseño e implementación de PID análogo hallado mediante técnicas de sintonización planta térmica.		

Elaborado por: Ing. Leonardo Solaque, Ph.D Docente IM. Adriana Riveros, MSc. Docente Ing. Andrés Castro, M.Sc. Docente Ing. Vladimir Prada, Ph.D Docente Programa de Ingeniería en Mecatrónica	Revisado por: Ing. Olga Ramos Jefe área Automatización y Control Programa de Ingeniería en Mecatrónica	Aprobado por: Ing. William Gómez Director de Programa Ingeniería en Mecatrónica
---	--	---

Control de Cambios

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA



LABORATORIO 2. Diseño e implementación de PID análogo hallado mediante técnicas de sintonización

Descripción del Cambio	Justificación del Cambio	Fecha de Elaboración / Actualización
Se cambian las guías al nuevo formato	Nuevo formato para implementar	07/08/2018
Se cambian los sistemas a trabajar	Se requiere renovación semestral de guías	21/01/2019
Se cambian los sistemas a trabajar	Se requiere renovación semestral de guías	29/07/2019
Se cambian los sistemas a trabajar	Se requiere renovación semestral de guías	20/01/2020
Se cambian los sistemas a trabajar	Se requiere renovación semestral de guías	4/8/2020
Se cambian los sistemas a trabajar	Se requiere renovación semestral de guías	20/01/2021



LABORATORIO 2. Diseño e implementación de PID análogo hallado mediante técnicas de sintonización

1. **FACULTAD O UNIDAD ACADÉMICA: INGENIERÍA**
2. **PROGRAMA: INGENIERÍA EN MECATRÓNICA**
3. **ASIGNATURA: CONTROL LINEAL Y LABORATORIO**
4. **SEMESTRE: SÉPTIMO**
5. **OBJETIVOS:**

General: Diseñar y simular un sistema de control para una planta térmica usando técnicas de sintonización de Ziegler-Nichols (ZN), e implementación del regulador mediante un circuito que represente al sistema integrodiferencial (PID) y cuyos valores se calculan por el método de ZN.

➤ Específicos:

- Modelar una planta térmica de primer orden con retardo, así como sus representaciones en función de transferencia y espacio de estados.
- Identificar los estados presentes en el sistema y el tipo de respuesta ante entra escalón y ante entrada rampa.
- Calcular dos reguladores tipo PID, uno para seguimiento a escalón y otro para rampa, mediante el uso de técnicas de sintonización de Ziegler-Nichols y su simulación mediante operacionales en Proteus (diseñar, simular y probar el correcto funcionamiento).

6. **MATERIALES, REACTIVOS, INSTRUMENTOS, SOFTWARE, HARDWARE O EQUIPOS DEL LABORATORIO** – No aplica en las condiciones actuales y se deja opcional al estudiante para una eventual implementación de la planta en casa.

DESCRIPCIÓN (<i>Material, reactivo, instrumento, software, hardware, equipo</i>)	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA
Vasos plásticos	2	Unidad
Acetato	1	Unidad



LABORATORIO 2. Diseño e implementación de PID análogo hallado mediante técnicas de sintonización

Sistema de potencia térmica (puede ser un bombillo)	1	Unidad
Fuentes - batería	1	Unidad
Multímetro	1	Unidad
Sensores térmicos	2	Unidad
Operacionales, resistencias y capacitores térmicos	Según diseño	Unidad

Ver diagrama siguiente como opción de montaje.

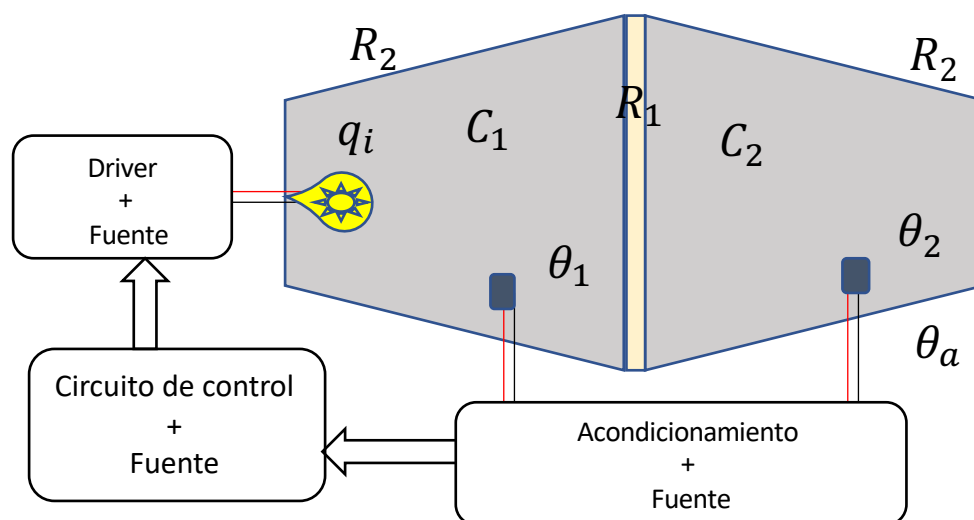


Figura 1: Sistema térmico

7. PRECAUCIONES CON LOS MATERIALES, REACTIVOS, INSTRUMENTOS Y EQUIPOS A UTILIZAR – No aplica en las condiciones actuales.

- Para el ingreso al laboratorio será necesaria la bata blanca.
- Se recomienda hacer un uso adecuado de los computadores.
- Es recomendable apagar los elementos si se va a realizar cualquier cambio en el circuito electrónico o en la parte mecánica del sistema.
- No exceder los valores máximos permitidos de voltajes y corrientes indicados para los dispositivos utilizados.
- Consultar en los manuales y datasheet correspondientes.
- No sobrepasar el máximo de potencia disipada por las resistencias.
- Respetar las medidas de bioseguridad.



LABORATORIO 2. Diseño e implementación de PID análogo hallado mediante técnicas de sintonización

8. PROCEDIMIENTO, MÉTODO O ACTIVIDADES:

- Para la realización de la práctica, se deben consultar y consignar en el informe los siguientes temas, ilustrarlos con ejemplos aplicados.
 - ¿Cuál es la técnica de sintonización por Ziegler y Nichols? Por cada método realizar un ejemplo e ilustrar su funcionamiento en simulación.
 - ¿Qué son los sistemas de control auto-tuning, self-tuning? Usar Matlab y presentar un ejemplo.
 - ¿De qué manera son utilizados los comandos de matlab place y acker? Ilustrar con un ejemplo cada uno de ellos.
- Para el modelo que se presenta en la Figura 1, encontrar la representación matemática en: Ecuación diferencial, Espacio de estado y Función de Transferencia.

Donde:

- θ_1 temperatura de la recamara 1 – en grados Kelvin [K]
 - θ_2 temperatura de la recamara 2 – en grados Kelvin [K]
 - q_i flujo de calor de entrada – en Julios por segundo [J/s] o Watts
 - C_1 y C_2 – Capacitancia térmica – en Julio por Kelvin $\left[\frac{J}{K}\right]$
 - R_1 y R_2 – La resistencia térmica Kelvin – en segundos por Julio $[K * s/J]$
 - temperatura ambiente θ_a .
-
- Simular el modelo encontrado y analizar su respuesta ante entrada escalón. Determine: la respuesta transitoria, el error de estado estable, la ganancia del sistema, el tiempo de establecimiento, la constante de tiempo, y el tiempo de retardo. Comparar la respuesta en cada una de las representaciones matemáticas halladas.



LABORATORIO 2. Diseño e implementación de PID análogo hallado mediante técnicas de sintonización

- Usar las reglas de sintonización de Ziegler-Nichols y encontrar los valores de las ganancias del PID, tal que permitan controlar la temperatura θ_2 de la caldera. Simular en Matlab-Simulink y concluir sobre el desempeño del controlador.
- Plantear tres sistemas eléctricos basados en Amplificadores operacionales ideales, tal que permitan implementar una ecuación integrodiferencial $k_p e(t) + k_i \int e(t) dt + k_d \frac{de(t)}{dt}$. Simular en software (como WorkBench, Proteus o LTspice) y validar su respectivo funcionamiento ante un tren pulsado como entrada. ¿Cuál configuración de la ecuación integrodiferencial es la más apropiada para la actual plata?
- Se deben presentar un circuito eléctrico en el simulador seleccionado y realizar una análisis del circuito a nivel de: 1) anchos de banda; 2) respuesta a señales de entrada (recordar que el estudio y análisis se hace sobre la base de señales fundamentales como entradas – escalón, rampa, parábola entre otras); y 3) valores comerciales para los elementos que se requieran, tal que sea el sistema físicamente realizable.
- Realizar la simulación en Matlab-Simulink de las configuraciones de la ecuación integrodiferencial que se programo en el anterior punto y comparar con los resultados hallados en el programa de simulación de circuitos, concluya.

9. RESULTADOS ESPERADOS:

- Respuesta en simulación (Matlab) de la planta controlada, observando la señal de control, el error y la salida.
- Circuito PID basado en amplificadores operacionales desde un software de simulación.
- Sistemas controlados mediante el uso de PID-ZN.
- Informe IEEE

10. CRITERIO DE EVALUACIÓN A LA PRESENTE PRÁCTICA:



LABORATORIO 2. Diseño e implementación de PID análogo hallado mediante técnicas de sintonización

Por medio de esta práctica se desarrollarán las siguientes competencias:

- Habilidad para identificar, formular y resolver problemas complejos de Ingeniería aplicando principios de Ingeniería, ciencias y matemáticas.
- Habilidad para comunicarse efectivamente ante un rango de audiencias.
- Capacidad de funcionar de manera efectiva en un equipo cuyos miembros juntos proporcionan liderazgo, crean un entorno colaborativo e inclusivo, establecen metas, planifican tareas y cumplen objetivos.
- Capacidad de desarrollar y llevar a cabo la experimentación adecuada, analizar e interpretar datos, y usar el juicio de Ingeniería para sacar conclusiones.

Las competencias descritas anteriormente se evaluarán mediante los siguientes indicadores:

- Identifica las variables que intervienen en un problema de ingeniería.
- Propone y/o formula modelos que representan las relaciones de las variables de un problema.
- Identifica y aplica leyes, teoremas, principios para la solución de problemas de ingeniería.
- Establece los requerimientos de ingeniería que permiten la adecuada operación de un sistema, a fin de cumplir normativas y necesidades del usuario final.
- Maneja las herramientas tecnológicas y computacionales para la solución de problemas complejos de ingeniería.
- Presenta sus ideas en forma clara y concisa, utilizando un lenguaje apropiado al contexto.
- Utiliza diferentes formas de comunicación con el fin de transmitir sus ideas, dependiendo del tipo de audiencia.
- Redacta apropiadamente informes utilizando formatos estandarizados, referenciando, y utilizando reglas gramaticales y ortográficas.
- Se comunica adecuadamente con los integrantes del equipo, con el fin de desarrollar las tareas dentro de un entorno colaborativo, para cumplir los objetivos del proyecto.



LABORATORIO 2. Diseño e implementación de PID análogo hallado mediante técnicas de sintonización

- Identifica los parámetros asociados a la problemática, sus variables de entrada y los resultados esperados.
- Formula y ejecuta el protocolo experimental.
- Analiza e interpreta los resultados obtenidos tras la experimentación (en laboratorios y/o mediante el uso de herramientas computacionales).
- Concluye sobre resultados obtenidos, aplicando juicios de ingeniería.