

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA



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

Elaborado por: Ing. Leonardo Solaque, Ph.D, Docente Ing. Adriana Riveros, M.Sc. Docente Programa de Ingeniería en Mecatrónica	Revisado por: Ing. Olga Ramos Jefe área Automatización y Control Programa de Ingeniería en Mecatrónica	Aprobado por: Ing. Jaime Duque Director de Programa Ingeniería en Mecatrónica
--	---	--

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA



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

Control de Cambios

Descripción del Cambio	Justificación del Cambio	Fecha de Elaboración / Actualización
Se cambian los sistemas a trabajar	Se requiere renovación semestral de guías	23/07/2021
Se modifican los sistemas a trabajar	Se requiere renovación semestral de guías	19/01/2022



LABORATORIO 2. Diseño e implementación de un 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 e implementar un sistema de control compuesto por un filtro de segundo orden y un circuito PID que represente a un sistema integrodiferencial con valores de constantes hallados mediante sintonización de Ziegler-Nichols.

➤ Específicos:

- Diseñar e implementar un filtro de segundo orden, que permita variar su respuesta.
- Encontrar el modelo matemático del sistema descrito anteriormente, así como sus representaciones en función de transferencia y espacio de estados.
- Diseñar un regulador PID mediante el uso de técnicas de sintonización de Ziegler-Nichols e implementarlo usando operacionales.

6. MATERIALES, REACTIVOS, INSTRUMENTOS, SOFTWARE, HARDWARE O EQUIPOS DEL LABORATORIO:

DESCRIPCIÓN (<i>Material, reactivo, instrumento, software, hardware, equipo</i>)	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA
Computador con Matlab	1	Equipo por grupo de trabajo
Fuente de voltaje	1	Equipo por grupo de trabajo
Osciloscopio	1	Equipo por grupo de trabajo

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA



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

Generador de señales	1	Equipo por grupo de trabajo
Multímetro	1	Equipo por grupo de trabajo

7. MATERIALES, REACTIVOS, INSTRUMENTOS, SOFTWARE, HARDWARE O EQUIPOS DEL ESTUDIANTE:

DESCRIPCIÓN (<i>Material, reactivo, instrumento, software, hardware, equipo</i>)	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA
Amplificador Operacional	10	Equipo por grupo de trabajo
Conjunto de resistencias y capacitancias	1	Equipo por grupo de trabajo

8. PRECAUCIONES CON LOS MATERIALES, REACTIVOS, INSTRUMENTOS Y EQUIPOS A UTILIZAR:

- *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.*

9. PROCEDIMIENTO, MÉTODO O ACTIVIDADES:

- Para la realización de la práctica, se deben consultar los siguientes temas e ilustrarlos con ejemplos aplicados, quedando consignado esto en el informe.



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

- ¿Cuál es la técnica de sintonización por Ziegler y Nichols? Por cada método realizar un ejemplo y asegurar su funcionamiento por 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.
- 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) y validar su respectivo funcionamiento ante un tren pulsado como entrada. ¿Cuál es el más apropiado para la actual práctica?
- Diseñar e implementar un sistema eléctrico que corresponda a la Figura 1. El sistema debe poder ser modificado para cambiar el tipo de respuesta.

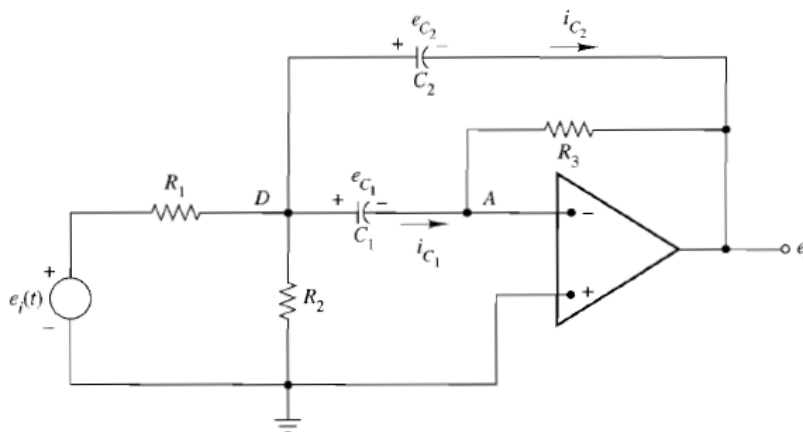


Figura 1: Sistema eléctrico de segundo orden

- Encontrar el modelo matemático que representa a todo el sistema y sus respectivas representaciones en espacio de estados y función de transferencia.
- Se deben presentar un circuito con amplificadores operacionales que cumpla la ecuación integrodiferencial, dentro del diseño y análisis, se deben verificar: 1) parámetros de diseño como anchos de banda; 2) respuesta a



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

señales de entrada (recordar que el estudio/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. Se deben usar resistores variables tal que aseguren que se puedan modificar las ganancias del sistema integrodiferencial.

- Encontrar los valores de las resistencias y capacitores tal que el sistema tenga una respuesta 1) Subamortiguada y 2) Oscilatoria. Implementar los valores en el circuito. Simular e ilustrar en simuladores de sistemas eléctricos (como WorkBench) y en Matlab, cotejando la respuesta del sistema real.
- Para cada tipo de sistema, usar las reglas de sintonización de Ziegler-Nichols y encontrar los valores de las ganancias del PID.
- Realizar el acople entre el sistema y el circuito PID y verificar que se cumplan los requerimientos deseados.

10. 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.
- Sistemas controlados mediante el uso de PID.
- Informe IEEE

11. CRITERIO DE EVALUACIÓN A LA PRESENTE PRÁCTICA:

Por medio de esta práctica se desarrollarán las siguientes competencias:

- Capacidad para aplicar conocimientos de matemáticas, ciencias e ingeniería.
- Capacidad para diseñar y conducir experimentos, como también para analizar e interpretar datos.
- Capacidad para diseñar sistemas, componentes o procesos que cumplan con las necesidades deseadas teniendo en cuenta restricciones realistas tales como económicas, políticas, sociales, éticas, de producción y sostenibilidad.
- Capacidad para comunicarse eficazmente



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

- Capacidad para utilizar técnicas, destrezas y herramientas modernas de ingeniería necesarias para la práctica de la ingeniería

Las competencias descritas anteriormente se evaluarán mediante los siguientes indicadores:

- Expresar correctamente el modelo matemático de un sistema.
- Seleccionar y aplicar métodos matemáticos para la solución de ecuaciones que describen el modelo
- Manejar las herramientas computacionales usadas para desarrollos en ingeniería
- Redactar informes utilizando formatos estandarizados
- Utilizar adecuadamente lenguaje técnico siguiendo reglas gramaticales y ortográficas
- Presentar oralmente sus ideas en forma clara y concisa
- Identificar los parámetros asociados a la problemática, sus variables de entrada y los resultados esperados.
- Formular y ejecutar el protocolo experimental.
- Analizar e interpretar los resultados.
- Establecer los requerimientos de ingeniería que permiten la adecuada operación de un sistema, a fin de cumplir normativas y necesidades del usuario final.
- Establecer las restricciones y especificaciones de diseño a partir de los requerimientos
- Proponer y evaluar diferentes alternativas de solución al problema de ingeniería.
- Soportar con conceptos de ingeniería la solución propuesta
- Implementar y validar la solución propuesta.