

Manual de Practicas de Control

Autor: Manuel Moisés Miranda Velasco.

Revisor: Oscar Roberto López Bonilla

Resumen. Este manual contiene las prácticas del curso de Control del plan de estudios 2003-1, del programa de Ingeniero en Electrónica. Se divide en dos secciones; la primera se relaciona con el modelado de sistemas dinámicos, la segunda parte se estudia los controladores del tipo on/off, p, pd y pid.

1 Requisitos del Laboratorio

Los alumnos que lleven este laboratorio deberán tener conocimientos de los cursos de Modelado de Sistemas Dinámicos, Electrónica III, Motores y Actuadores.

Adicionalmente, el alumno debe tener las habilidades y conocimientos para realizar simulaciones de ecuaciones diferenciales, análisis de circuitos eléctricos y sistemas mecánicos.

2 Practicas de modelado

En esta parte del laboratorio el alumno adquirirá la habilidad para modelar sistemas dinámicos de bajo orden, así como su implementación en amplificadores operacionales.

2.1 Modelado Matemático

Modelar un sistema dinámico de segundo orden o mayor, que incluye funciones no lineales.

2.1.1 Procedimiento

1. Los alumnos deberán primero seleccionar un sistema dinámico listados a continuación:
 - a. Péndulo Invertido.
 - b. Masa-Resorte-Amortiguador.
 - c. Circuito RLC.
 - d. Ball on the Beam.
2. Una vez seleccionado el sistema, deberá establecer su marco referencial, así como todos las variables y factores que actúan sobre el sistema.
3. De las leyes Físicas que gobiernan el comportamiento del sistema seleccionado obtener una expresión integro-diferencial que modele al sistema.
4. Simular el modelo obtenido y verificar que su comportamiento sea similar al que presentaría el sistema original.

2.2 Linealización y Función de Transferencia

El alumno debe desarrollar un modelo lineal a partir del cual obtener una función de transferencia.

2.2.1 Procedimiento

1. Del modelo no lineal que se desarrollo en la práctica anterior aplicar alguna técnica de linealización y obtener una expresión lineal.
2. Definir una salida y una entrada y obtener utilizando la Transformada de Laplace obtener la función de transferencia del sistema.
3. Simular el modelo lineal y la función de transferencia y comparar los resultados con el modelo no lineal de la practica anterior.

2.3 Circuitos Básicos

El alumno implementara los circuitos básicos con Amplificadores Operacionales (Opam), necesarios para implementar ecuaciones diferenciales lineales.

2.3.1 Procedimiento

Implementar y probar con diferentes señales de prueba los siguientes circuitos:

1. Amplificador Inversor.
2. Amplificador No Inversor.
3. Sumador.
4. Restador.
5. Integrador.
6. Derivador.

2.4 Ecuación Diferencial de Primer Orden

Implementar con circuitos operacionales la ecuación diferencial de primer orden

$$\dot{x} = ax + b$$

Ec. 2-1

2.4.1 Procedimiento

1. El alumno deberá implementar un circuito integrador con ganancia unitaria a la frecuencia de funcionamiento del modelo.
2. Construir un amplificador no inversor con la ganancia necesaria.
3. Construir un circuito sumador.
4. Implementar la ecuación utilizando todos los circuitos ya construidos.
5. Comparar los resultados con los de la simulación de la misma ecuación diferencial.

2.5 Implementación modelo lineal

Implementar con circuitos operacionales el modelo lineal del sistema seleccionado en la primera práctica.

2.5.1 Procedimiento

1. Implementar las diferentes etapas necesarias para implementar una ecuación diferencial lineal de segundo orden.
2. Implementar la ecuación diferencial.
3. Comparar resultados con lo de la simulación de la segunda práctica.

3 Practicas de Control

En esta parte del laboratorio el alumno diseñara los controles básicos on/off , P, PD, PID. Estos controles son ampliamente usados en la industria, por su sencillez y facilidad de implementación.

3.1 Control On/Off

El alumno implementara un control on/off para regular la salida del sistema seleccionado en la primera practica.

3.1.1 Procedimiento.

1. Calcular las constantes de tiempo del circuito.
2. Implementar la acción de control on/off en el circuito de la práctica anterior.
3. Comparar los resultados con los obtenidos en simulación del mismo circuito

3.2 Control P

En esta práctica se diseñara e implementará un control del tipo P

3.2.1 Procedimiento

1. Establecer la ganancia " k_p " tal que el error en estado estacionario se pequeño y la acción de control sea minima.
2. Implementar la acción de control P en el circuito de la práctica anterior.
3. Comparar los resultados con los obtenidos en simulación del mismo circuito

3.3 Control PD

En esta práctica se diseñara e implementará un control del tipo PD

3.3.1 Procedimiento

1. Establecer las ganancias k_p y k_d tal que el error en estado estacionario se pequeño, el tiempo de establecimiento no sea muy grande y la acción de control sea mínima.
2. Implementar la acción de control PD en el circuito de la práctica anterior.
3. Comparar los resultados con los obtenidos en simulación del mismo circuito

3.4 Control PID

En esta práctica se diseñará e implementará un control del tipo PID

3.4.1 Procedimiento

1. Establecer las ganancias k_p, k_d, k_i tal que el error en estado estacionario se pequeño, el tiempo de establecimiento no sea muy grande, el sobreimpulso sea lo menor posible y la acción de control sea mínima.
2. Implementar la acción de control PID en el circuito de la práctica anterior.
3. Comparar los resultados con los obtenidos en simulación del mismo circuito.

4 Reportes

Los reportes se entregarán de manera electrónica por correo en un plazo no mayor a una semana después de presentada la práctica. En caso que el reporte no se entregado no se considerará realizada la práctica.

El reporte debe incluir el código de simulación, como una archivo anexo, los resultados de medición presentados NO deben presentarse como una imagen (jpeg o similar) de los instrumentos, el alumno obtendrá los datos manualmente y los incluirá en el reporte.