

Diseño de Controladores P+I+D

Andrea URIBE, Juan C. MONSALVE

*Facultad IEE, Universidad Pontificia Bolivariana, Cir 1 #70-01, Medellín, Colombia,
andrea.uribe@upb.edu.co.*

Resumen: En esta práctica de laboratorio se realizan controladores convencionales P+I+D para el sistema de temperatura de la *Cámara de ambiente controlado*, utilizando el método de Ziegler-Nichols y el método de Diagrama del Lugar de las Raíces. Se compararán los resultados de los diferentes controladores y finalmente, se dan las pautas para realizar el reporte del laboratorio. *Copyright © 2015 UPB*

Palabras clave: Control P+I+D, sintonía de controladores, Ziegler-Nichols, diagrama del lugar de las raíces.

Abstract: This lab addressed the conventional control P+I+D temperature in *controlled environment chamber*, testing the controller design made by two methods: Ziegler-Nichols and Root Locus Diagram. The results of the different controllers are compared. Finally, guidelines for report writing are given

Keywords: P+I+D control, tuning controllers, Ziegler-Nichols, Root Locus Diagram.

2013-07-19, s2013-07-18

1. INTRODUCCIÓN

En esta práctica el estudiante desarrollará los conocimientos para sintonizar un controlador P+I+D para el sistema de calefacción y específicamente la variable temperatura de la *Cámara de ambiente controlado*. Se realizará la puesta a punto de diferentes controladores.

El objetivo principal de la práctica es probar los diseños de los controladores P+I+D para el sistema de temperatura de la *Cámara de ambiente controlado*, y los objetivos específicos son:

- Sintonizar adecuadamente el sistema de temperatura por un control diseñado por el método de Ziegler-Nichols.
- Sintonizar adecuadamente el sistema de temperatura por un control diseñado por el método de diagrama del lugar de las raíces
- Observar el comportamiento de la humedad relativa en el sistema.
- Comparar la acción de los dos controladores logrados por los diferentes métodos.

En la sección 2 se describe la metodología y las recomendaciones, en la sección 3 se explica los requisitos previos para realizar la práctica, en la sección 4 se da a conocer el procedimiento y en la sección 5 se detalla el contenido que debe llevar el informe.

2. METODOLOGÍA Y RECOMENDACIONES

Para realizar esta práctica, el estudiante deberá tener claras las recomendaciones y precauciones del anexo *Manual de operación de la cámara de ambiente controlado*.

2.1. Tiempo de la práctica

La práctica tiene una duración de 4 horas, las cuales se distribuirán de la siguiente manera:

- 120 min polarización de los sistema, calefacción y humidificación, en el punto Q de operación lineal, simultáneamente se hará la evaluación de los controladores diseñados en simulación.
- 60 min toma de datos en lazo cerrado del controlador, diseñado por el método de Ziegler-Nichols, del sistema de temperatura.
- 60 min toma de datos en lazo cerrado del controlador, diseñado por el método de diagrama del lugar de las raíces, del sistema de temperatura.

2.2. Metodología

El estudiante debe polarizar el sistema de humidificación y el sistema de temperatura y realizar pruebas en lazo cerrado (realimentación unitaria) del sistema de temperatura de la máquina. A partir de los resultados, se deben realizar comparaciones.

Se diseña un controlador por el método de Ziegler-Nichols, forma de diseño de controladores P+I+D que se basa en la

respuesta al paso del sistema a controlar y luego, a partir de dicha respuesta, se proponen valores para la constantes de control kp , ki y kd . Estos valores pueden ajustarse un 10 % por encima o por debajo para mejorar el efecto de la acción de control (Osorio, M. , 2011).

Luego, se diseña un controlador por el método del Diagrama de lugar de las raíces, forma de diseño de controladores P+I+D basada en la herramienta *rltool* del programa MatLab®, el cual permite agregar polos y ceros, así como modificar la ganancia, para alterar el comportamiento del sistema realimentado y acomodarlo a los requerimientos de diseño.

2.3. Software

El estudiante debe ingresar a la práctica correspondiente (control PID) del *software* disponible en el entorno de LabVIEW. La ventana de visualización de la práctica contará con un espacio para modificar el valor del *set point* o referencia de temperatura y humedad relativa, un espacio para ingresar los tres parámetros de diseño del controlador (kp , ki , kd), un espacio para visualizar las variables del control realimentado de temperatura y así mismo, se podrá observar en tiempo real el comportamiento de la temperatura y la humedad relativa de la máquina. El estudiante deberá utilizar el botón disponible “controlar” para comenzar a controlar el ambiente de la cámara y “registrar” para almacenar los datos. Al finalizar el laboratorio el estudiante debe grabar el archivo .csv de las pruebas realizadas para el informe propuesto.

3. PREPARACIÓN PREVIA

En la Tabla 1 están las preguntas que el estudiante deberá responder. La evaluación se hará escrita u oral, e individualmente, aprobar la evaluación es requisito para la práctica.

Tabla 1. Preguntas previas a la práctica

#	Preguntas y temas
1	¿Para qué polarizar la entrada del sistema a controlar?
2	¿Como se define la Banda Proporcional y cómo se relaciona con la Constante Proporcional y con el error?
3	¿Cómo se define el Tiempo Derivativo?
4	¿Cómo se define el Tiempo Integral?
5	¿Qué es un controlador PI y cuál es su utilidad?
6	¿Qué es un controlador PD y cuál es su utilidad?
7	¿Qué es un controlador PID y cuál es su utilidad?
8	¿Cuál es el controlador más utilizado en la industria? ¿Por qué?
9	Dé cifras comparativas, con soporte de fuentes actualizadas, del uso del controlador especificado con respecto a otros.

El estudiante deberá presentar los controladores P+I+D diseñados previamente, por los métodos propuestos, el laboratorio será

para probar los controladores en el sistema. En la Tabla 2 deben indicarse los parámetros de cada diseño.

Tabla 2. Parámetros diseñados

Metodología	kp	ki	kd
Z-N			
DLR			

4. PROCEDIMIENTO

Como la intención es hacer pruebas de los controladores del sistema de temperatura y observar el comportamiento del sistema de humidificación, los pasos a seguir son:

- Polarizar el sistema de calefacción y el sistema de humidificación.
- Realizar pruebas del controlador sintonizado por Ziegler-Nichols.
- Realizar pruebas del controlador sintonizado por diagrama del lugar de las raíces.
- Realizar las mediciones y tomas de datos de cada controlador en cuanto a la temperatura y el sistema de humidificación.

Los controladores P+I+D controlan el *duty-cycle* de la resistencia de calefacción, así controla la temperatura de la cámara, debido a que el tiempo en la práctica es corto en comparación con el comportamiento del sistema, los cambios en la referen-

cia de temperatura no deben ser mayores a 3°C del valor de polarización.

4.1. Método Ziegler-Nichols

Por medio del software desarrollado en LabVIEW, se implementa el control P+I+D diseñado por el método de Ziegler-Nichols.

4.2. Método diagrama del lugar de las raíces

Por medio del software desarrollado en LabVIEW, se implementa el control P+I+D diseñado por el método de diagrama del lugar de las raíces.

5. INFORME

En la Tabla 3 está el contenido que debe llevar el informe. El informe debe ser tipo artículo con formato y estilo de Automática IEE (Betancur et al., 2013).

REFERENCIAS

- Betancur, M. J. (2013). *UPB_autoArt — Instructivo General*. En línea, consultado 2013-01-31, [http://kosmos.upb.edu.co/web/uploads/articulos/\(A\)_Documento_Kosmos_UPB_Formato_UPB_AutoArt...Instructivo_para_Autores.962.pdf](http://kosmos.upb.edu.co/web/uploads/articulos/(A)_Documento_Kosmos_UPB_Formato_UPB_AutoArt...Instructivo_para_Autores.962.pdf).
- Osorio, M (2011). Métodos de Sintonía de Ziegler-Nichols.

Tabla 3. Contenido del informe escrito

#	Secciones y subsecciones
1.	INTRODUCCIÓN
1.1.	Objetivo general
1.2.	Objetivos específicos
2.	DESARROLLO
2.1.	Análisis de las curvas de polarización.
2.2.	Análisis del comportamiento de la humedad relativa.
2.3.	Análisis del sistema de calefacción controlado por P+I+D diseñado por medio de Ziegler-Nichols
2.4.	Análisis del sistema de calefacción controlado por P+I+D diseñado por medio de diagrama del lugar de las raíces.
2.5.	Comparación entre los dos controladores.
2.6.	Reportes de infracciones a normas de seguridad.
2.7.	Sugerencias y problemas encontrados con el equipo o el programa.
3.	CONCLUSIONES (discuta aquí el logro de los objetivos y cualquier otro hallazgo importante)
-	AGRADECIMIENTOS (esta sección es opcional y no se numera)
-	REFERENCIAS Esta sección es obligatoria.
-	BIOGRAFÍA



Andrea URIBE RENDÓN, Nació el 19 de Junio de 1991 en la ciudad de Medellín. Bachiller del colegio de la Universidad Pontificia Bolivariana y estudiante de décimo semestre de Ingeniería electrónica. Hizo parte del grupo de investigación de automática y diseño (A+D) desempeñándose como auxiliar de investigación (2011-2013).



Juan Camilo MONSALVE MACHADO, Nació el 12 de Marzo de 1992 en la ciudad de Medellín. Bachiller del colegio San Judas Tadeo promoción 2008 y candidata a optar por el título de Ingeniero Electrónico de la Universidad Pontificia Bolivariana. Hizo parte del grupo de investigación de automática y diseño (A+D) desempeñándose como auxiliar de investigación.



Marisol OSORIO CÁRDENAS, Ing. Electrónica (UPB, 1993), M.Sc. en Ing. y Especialista en Automática, Dra. en Ing. Eléctrica de la Universidad Nacional Autónoma de México (2009). Profesora Titular e investigadora en la Universidad Pontificia Bolivariana, cofundadora del Grupo de Investigación en Automática (1998) luego fusionado en el grupo A+D, clasificado A1 en Colciencias (2014). Vinculada también al Grupo de Investigación en Gestión de la Tecnología y la Innovación (GTI). Intereses: sistemas no lineales,

observadores y sus aplicaciones, e historia y educación en ingeniería.