

## Diseño de Control Inteligente por Lógica Difusa

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 realizará un control inteligente usando lógica difusa para controlar la temperatura de la *Cámara de ambiente controlado*. Se compararán los resultados del controlador difuso con los resultados del control convencional P+I+D y se observará el comportamiento del sistema de humidificación. Finalmente, se dan las pautas para realizar el reporte del laboratorio. *Copyright © 2015 UPB*

Palabras clave: Control inteligente, control convencional, lógica difusa, P+I+D.

Abstract: This lab addresses design of fuzzy logic control to the temperature controlled environment chamber. Diffuse results are compared with the results of conventional control P + I + D. The humidification system behavior will be observed. Finally, guidelines for report writing are given.

Keywords: Intelligent Control, conventional control, fuzzy logic, P+I+D.

2013-07-19, s2013-07-18

## 1. INTRODUCCIÓN

En esta práctica el estudiante diseñará un control inteligente para sintonizar el sistema de temperatura de la *Cámara de ambiente controlado*. Se implementará en la interfaz del programa de desarrollo *LabVIEW* aplicando todos los conceptos de la lógica difusa: números difusos, universo del discurso, funciones de membresías, base de reglas, superficie de control y las pruebas aplicadas al control. También se observará el comportamiento de la humedad relativa dentro del sistema.

El objetivo principal de la práctica es probar el diseño del controlador por lógica difusa 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 control inteligente, lógica difusa.
- Observar el comportamiento de la humedad relativa en el sistema.
- Comparar la acción del controlador por lógica difusa y el control P+I+D realizado en prácticas anteriores.

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 *Manejo de operación de la cámara de ambiente controlado*.

### 2.1. Tiempo de la práctica

La práctica tiene una duración de 4 horas y 30 minutos, 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 del diseño del controlador inteligente por lógica difusa.
- 30 min ingreso de los datos del diseño del controlador difuso en el software.
- 120 min toma de datos en lazo cerrado del controlador.

### 2.2. Metodología

El estudiante debe polarizar el sistema de humidificación y el sistema de temperatura, además debe realizar pruebas en lazo cerrado (realimentación unitaria) del sistema de temperatura de la máquina.

El control difuso realizará acciones de control indirecto, pues el sistema estará controlado por un controlador P+I, en el cual las constantes  $k_p$  y  $k_i$  serán controladas por lógica difusa. El esquema general de control se describe en la Figura 1.

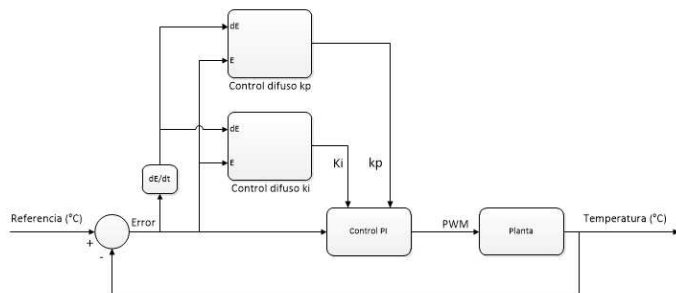


Figura 1. Esquema del control difuso

El estudiante debe diseñar previamente los controladores difusos, para las constantes  $kp$  y  $ki$  como se muestra en la Figura 1. Debe tener en cuenta la definición del universo del discurso y las variables de entrada y de salida del sistema, la definición de las funciones de membresía y el diseño de las reglas difusas para el control.

### 2.3. software

El estudiante debe ingresar a la práctica correspondiente (control Lógica Difusa) del software disponible en el entorno de LabVIEW. La ventana de visualización de la práctica cuenta con un espacio para modificar el valor del set point o referencia de temperatura y la humedad relativa, un espacio para ingresar las variables de entrada y de salida de los controladores

difusos para  $kp$  y  $ki$  y sus respectivas funciones de membresía. Habrá un espacio determinado para definir las reglas de cada controlador y el método de defuzzificación. De la misma manera el estudiante podrá visualizar el comportamiento de la temperatura y la humedad relativa de la máquina. Se debe 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.

Es indispensable que el estudiante defina rangos de las variables de entrada y de salida de cada controlador difuso, para adecuar debidamente las variables. El software cuenta con espacios para ingresar los valores máximos y mínimos a proponer para realizar una interpolación o extrapolación, según sea el caso.

## 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.

El estudiante deberá presentar las funciones de membresía y las bases de reglas diseñadas previamente. El estudiante accederá a las diferentes configuraciones de la herramienta *Fuzzy System Designer* por medio de la interfaz de LabVIEW diseñada para los laboratorios de la cámara de ambiente controlado.

Tabla 1. Preguntas previas a la práctica

#	Preguntas y temas
1	¿Describa brevemente los objetivos y la metodología de la práctica?
2	¿Qué es lógica difusa?
3	¿Cuándo se debe usar la lógica difusa?
4	¿Qué son los conjuntos difusos?
5	¿Qué son las funciones de membresía?
6	¿Qué es el universo del discurso?
7	¿Qué es la superficie de control?
8	¿El control difuso implementado en el sistema ejerce la acción directa o indirecta? ¿Por qué?

#### 4. PROCEDIMIENTO

Como la intención es hacer pruebas de la lógica difusa aplicada al 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.
- Ingresar al software del laboratorio, los parámetros del controlador difuso diseñado.
- Realizar pruebas del controlador por lógica difusa.
- Realizar las mediciones y tomas de datos del controlador y del sistema de humidificación.

El controlador P+I controla el *duty-cycle* de la resistencia de calefacción, así controla la temperatura del sistema y el control por lógica difusa controla los valores de las constantes  $kp$  y  $ki$ .

#### 5. INFORME

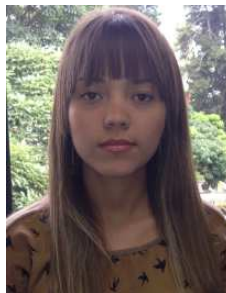
En la Tabla 2 está el contenido que debe llevar el informe. El informe debe ser tipo artículo con formato y estilo de Automática IEE (Betancur et al., 2013).

#### 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).
- Ramírez, J. A. (2013). *Redacción de reportes y artículos en L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X 2<sub>ε</sub> usando la plantilla upbautoart.cls*. En línea, <http://kosmos.upb.edu.co> > ‘SoyVisitante’ > ‘Información’ > ‘DescargaFormatos’ /kit.UPB\_AutoArt, consulta 2013-01-31.

Tabla 2. Contenido del informe escrito

#	Secciones y subsecciones
1.	INTRODUCCIÓN
1.1.	Objetivo general
1.2.	Objetivos específicos
2.	DESARROLLO
2.1.	Reporte del diseño del controlador difuso y la superficie de control.
2.2.	Análisis de las curvas de polarización.
2.3.	Análisis del comportamiento de la humedad relativa.
2.4.	Análisis del sistema de calefacción controlado por lógica difusa
2.5.	Si es necesario, ¿Cómo mejoraría el desempeño del controlador difuso diseñado?
2.6.	Comparación entre el controladores P+I+D y el control P+I por lógica difusa.
2.7.	Reportes de infracciones a normas de seguridad.
2.8.	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 séptimo semestre de Ingeniería electrónica. Actualmente hace parte del grupo de investigación de automática y diseño (A+D) desempeñándose como auxiliar de investigación.



*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.