

Guía Introdutoria para *CÁMARA DE AMBIENTE CONTROLADO*

Andrea URIBE, Juan C. MONSALVE, Marisol OSORIO

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

Resumen: En esta guía introductoria se pretende dar a conocer al estudiante la *Cámara de ambiente controlado*, los conceptos básicos de operación y las recomendaciones de la máquina. Luego, se describen requerimientos como la curva estática del sistema de temperatura, para preparar al estudiante en el desarrollo de las siguientes prácticas. Simultáneamente, se mostrará la metodología a seguir en cada uno de los laboratorios. *Copyright © 2015 UPB*

Palabras clave: Ambiente controlado, curva estática, lazo abierto, temperatura, procesos continuos.

Abstract: This paper addresses the introductory guide that aims to acquaint the students the *Chamber of controlled environment*, the basic operation and the recommendations of the machine. Also, static temperature curve system is described to prepare the student in the development of practices. Simultaneously, it is shown the methodology of each laboratory.

Keywords: Controlled environment, static curve, open loop, temperature, continuous processes.

2013-07-19, s2013-07-18

1. INTRODUCCIÓN

En esta práctica introductoria, el estudiante tendrá un acercamiento al desarrollo de las prácticas de laboratorio del curso y al sistema sobre el cuál se trabajará: *Cámara de ambiente controlado*, que es un recinto hermético o aislado del medio que permite recrear un clima combinado, controlando artificialmente los valores de humedad relativa y temperatura (Maestro, 2009).

El Grupo de Agroindustrial (GRAIN) y el grupo de Automática y Diseño (A+D) dispone de la *Cámara de ambiente controlado* que se utiliza para generar un entorno adecuado para la supervivencia de plantas e insectos (Pazos et al., 2013).

Es indispensable que el estudiante haga una lectura de la tesis de grado: “Cámara de Ambiente Controlado para la Supervivencia de Plantas e Insectos” (Cardona et al., 2013), especialmente los capítulos 4, 5 y 6.

Se busca que el estudiante se familiarice con todas las variables del sistema y esté en la capacidad de controlar la variable temperatura. El trabajar con la *Cámara de ambiente controlado* llevará al estudiante a entender variables como la temperatura y la humedad relativa que son las mayormente manipuladas en el sector industrial.

El objetivo principal es dar a conocer el funcionamiento básico y las recomendaciones para manejar adecuadamente la *Cámara de ambiente controlado*, y los objetivos específicos son:

- Que el estudiante se familiarice con todos los sistemas de la *Cámara de ambiente controlado*.

- Tener claras las recomendaciones para el uso adecuado del equipo.
- Conocer la curva estática del sistema de calefacción.
- Dar a conocer la metodología de las prácticas de laboratorio del curso.

En la sección 2 se describe el equipo con que se trabajará, en la sección 3 se muestran las indicaciones para operar la máquina, en la sección 4 se dan las pautas para realizar el pre-informe, en la sección 5 se especifica el sistema a controlar, en la sección 6 habla del software a trabajar y en la sección 7 se detalla el contenido que debe llevar el informe.

2. EQUIPO

La *Cámara de ambiente controlado* (ver Figura 1) cuenta con un sistema de refrigeración, un sistema de calefacción, un sistema de humidificación, un sistema de iluminación y un sistema de ventilación. Dicha cámara está completamente aislada del medio ambiente para que la acción de los sensores y actuadores no se vea directamente afectada por las condiciones climáticas del ambiente. Los elementos mecánicos que conforman la máquina son:

1. Resistencia eléctrica 1500 W
2. Evaporador de tubos y aletas 960 BTU/h
3. Ventiladores axiales de 200 CFM
4. Cableado del gabinete de control
5. Humidificador de resistencia sumergida 1KW
6. Condensador de aire 2770 BTU/h
7. Detector de nivel
8. Compresor 1/5 HP 2000 BTU/h

9. Lámparas fluorescentes 17 W
10. Sensor de humedad y temperatura

La máquina cuenta con un interruptor tipo muletilla (ver Figura 2) que permite energizar todos los sistemas. La máquina también tiene unos indicadores luminosos (ver Figura 3) que muestran, respectivamente, si el nivel del agua está bajo, si se encuentra en proceso de nebulización, si el sistema de calefacción está encendido y si el compresor está encendido.

Finalmente, la *cámara de ambiente controlado* cuenta con un gabinete de control (ver Figura 4), que cuenta con:

- Indicador de máquina en funcionamiento.
- Indicador de máquina en *stand-by*/falla.
- Indicador de ventilación en funcionamiento.
- Controlador lógico programable (PLC) *Unitronics vision 230TM*.
- Botón de paro de emergencia.
- Interruptor de paro normal.
- Interruptor de arranque.

3. INDICACIONES DE OPERACIÓN

Las recomendaciones, precauciones de la máquina y la operación general de los sistemas se encuentran en el anexo, *Manual de operación de la cámara de ambiente controlado*.



Figura 1. *Cámara de ambiente controlado*.
Tomado de Cardona et al. (2013)



Figura 2. Interruptor selector. Tomado de Cardona et al. (2013)



Figura 3. Indicadores luminosos. Tomado de Cardona et al. (2013)



Figura 4. Gabinete de control. Tomado de Cardona et al. (2013)

4. PREPARACIÓN PREVIA

En la Tabla 1 están listadas las preguntas del pre-informe, el estudiante deberá presentar en un reporte tipo artículo con formato y estilo de Automática IEE (Betancur et al., 2013). Este pre-informe será revisado en el laboratorio y no tendrá calificación, con el fin que el estudiante asimile la metodología de entrega de los trabajos.

5. SISTEMA A CONTROLAR

La variable que se controlará es la temperatura, que incluye el proceso del sistema de calefacción y el proceso del sistema de enfriamiento. Las condiciones de operación de los actuadores se describe en la Tabla 2.

Ya que el compresor permanece todo el tiempo encendido, el método para controlar el sistema de temperatura es controlar la resistencia de calefacción (PWM), controlando su ciclo de trabajo (*duty cycle*). El sistema de humedad utiliza la resistencia de humidificación (PWM) con un ciclo de trabajo de 1 minuto y un *duty cycle* del 50% y se activa cuando la humedad relativa es inferior a la referencia seleccionada, en un rango de 40 %HR y el 60 %HR.

PWM (Pulse-With Modulation) o la modulación por ancho de pulsos es usada generalmente para controlar la cantidad de energía que se envía a una carga o para transmitir información por medio de canales de comunicación. Lo anterior se logra modificando el ciclo de trabajo (ancho relativo de la parte positiva, en relación con el periodo) de una señal periódica cualquiera Pardo et al. (2004).

Tabla 2. Condiciones de operación de los actuadores

Actuador	Hora de encendido	Hora de apagado
Resistencia de calefacción	Aplicar controlador	-
Compresor	Todo el tiempo	-
Resistencia de humidificación	47 (s)	13 (s)
Ventiladores	Todo el tiempo	-
Luz Mañana (tubos fluorescentes)	6:00 am	11:00 am
Luz Mediodía (tubos fluorescentes)	11:00 am	16:00 am
Luz atardecer (tubos fluorescentes)	16:00 am	19:00 am

El duty cycle modula el ancho del pulso generado con el PWM, siendo 0 % el menor ciclo de trabajo y 100 % el mayor ciclo de trabajo.

5.1. Curva estática

De la curva estática del sistema es posible determinar la zona de operación lineal del sistema, pues en ésta se describe el comportamiento estacionario del sistema ante diferentes entradas (Osorio et al., 2005). Ver “Curva estática de la resistencia de 1500 W del sistema de calefacción” de la *Cámara de ambiente controlado* (Cardona et al., 2013).

Tabla 1. Contenido del pre-informe

#	Secciones y subsecciones
1.	INTRODUCCIÓN De una breve introducción de la guía a trabajar, explique los objetivos y la metodología.
2.	DESARROLLO (Responda las preguntas)
2.1.	¿Qué es una <i>Cámara de ambiente controlado</i> ?
2.2.	Describa cada uno de los sistemas de la <i>Cámara de ambiente controlado</i> ubicada en las instalaciones de la universidad
2.3.	Describa detalladamente las normas de seguridad que se deben tener en cuenta para manipular la <i>Cámara de ambiente controlado</i>
2.4.	En el tema de seguridad industrial en mantenimiento ¿qué es el <i>Lockout/Tagout</i> ?
2.5.	¿Cuándo se considera, por criterio de ingeniería, que una cantidad es pequeña respecto a otra, y cuándo que es despreciable?
2.6.	¿Cuál es la diferencia entre un control Manual y uno Automático en un proceso continuo?
2.7.	¿Cuál es la zona de operación que se ha definido para cámara de ambiente controlado?
2.8.	¿Cuál es la forma de introducir una perturbación en modo Manual?
2.9.	¿Cuál es la variable medida, la variable controlada, y la variable manipulada?
2.10.	Explique las opciones que se dan en el pantallazo del menú principal en el PLC.
2.11.	¿Qué se entiende por error en la variable controlada?
2.12.	¿Qué es estado estable?
2.13.	¿Qué es una curva estática y cómo se obtiene para un sistema estable?
2.14.	Explique las ecuaciones para obtener promedios e intervalos de confianza de un juego de medidas experimentales. ¿Qué sucede a medida que se toman más repeticiones del mismo experimento? ¿Cuánto es el intervalo de confianza para un único dato? ¿Qué tan confiable es tomar un único dato experimental para luego sacar conclusiones generalizadas de él?
2.15.	¿Cómo aplica el concepto de intervalo de confianza a los experimentos de esta práctica?
3.	CONCLUSIONES (No es obligatoria 'solo' en el preinforme) (discuta aquí el logro de los objetivos y cualquier otro hallazgo importante. No agregar datos nuevos en esta sección, solamente se debe concluir sobre lo que se explicó previamente)
–	AGRADECIMIENTOS (esta sección es opcional y no se numera)
–	REFERENCIAS Esta sección es obligatoria. Debe contener al menos dos referencias adicionales a las sugeridas en esta guía. Las referencias a las guías y formatos no cuentan en dicha suma.
–	BIOGRAFÍA Y FOTO DEL AUTOR

“La curva estática no cubre todos los valores hasta el 100 % del duty cycle, ya que los valores por encima del 60 % superan fácilmente los 45 °C, temperaturas que pueden llegar a causar daños en el evaporador del sistema de refrigeración, al ser sometido a altas presiones de trabajo. Se tomó la decisión de no trabajar con temperaturas superiores a los 47 °C” (Pazos et al., 2013).

6. SOFTWARE

El docente encargado dará a conocer al estudiante el software diseñado para la realización de las prácticas de laboratorio. Ingresar a la opción *Conoce la Cámara de ambiente controlado*. En esta opción el estudiante tendrá un primer acercamiento al funcionamiento y manejo de la máquina.

7. 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

- Maestro (2009) . Camaras de ambiente controlado. En línea, consultado 2014-09-02, <http://cci-calidad.blogspot.com/2009/08/camaras-de-ambiente-controlado.html>.
- Pazos, J., Cardona, J., Osorio, M., Hincapié, C., Isaza, C. (2013). Cámara de Ambiente Controlado para la Supervivencia de Plantas e Insectos. En línea, consultado 2014-09-02, <http://kosmos.upb.edu.co/web/uplo>

Tabla 3. Contenido del informe escrito

#	Secciones y subsecciones
1.	INTRODUCCIÓN
1.1.	Objetivo general
1.2.	Objetivos específicos
2.	DESARROLLO
2.1.	Procedimiento de encendido y apagado de la máquina.
2.2.	Procedimientos de seguridad.
2.3.	Descripción de los sistemas actuando simultáneamente.
2.4.	Descripción del funcionamiento de cada actuador.
2.5.	Descripción del PWM de la resistencia de calefacción.
2.6.	Análisis de la curva estática del sistema de calefacción.
2.6.	Observaciones de las variables temperatura y humedad con el cambio del ciclo útil de la resistencia de 1500 w.
3.	CONCLUSIONES
	(discuta aquí el logro de los objetivos y cualquier otro hallazgo importante. No agregar datos nuevos en esta sección, solamente se debe concluir sobre lo que se explicó previamente)
-	AGRADECIMIENTOS
	(esta sección es opcional y no se numera)
-	REFERENCIAS
	Esta sección es obligatoria. Debe contener al menos dos referencias adicionales a las sugeridas en esta guía. Las referencias a las guías y formatos no cuentan en dicha suma.
-	BIOGRAFÍA

ads/articulos/(A)_Ingeniar_2013_Camara_de_Ambiente_Controlado_para_la_Supervivencia_de_Plantas_e_Insectos.1_324.pdf.

Cardona, J., Pazos, J. (2013). Cámara de Ambiente Controlado para la Supervivencia de Plantas e Insectos. En línea, consultado 2015-01-29, http://repository.upb.edu.co:8080/jspui/bitstream/123456789/1413/1/%28TG%29_C%C3%A1mara_de_Ambiente_Controlado_para_la_Supervivencia_de_.pdf

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).

Pardo, A., Díaz, J. L. (2004). Aplicaciones de los convertidores de frecuencia. estrategias PWM. Consultado 2015-04-08.

Osorio, M., Zuluaga, C. A (2005). Procesos continuos. Consultado 2015-04-08, P.21.

AUTORES



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.