

IB-0012: DISEÑO DE SISTEMAS PARA EL CONTROL DE AMBIENTES EN INSTALACIONES AGROINDUSTRIALES.

Carta a la persona estudiante (I ciclo 2023)

1. Información General

Ciclo en programa de estudios: IX (L); X

Número de créditos: 3

Requisitos: IB-0002 Diseño Gráfico en Ingeniería

IB-0007 Transferencia de Calor en Biosistemas

Correquisitos: No tiene.

Horario: L: 8:00 A 9:50

M: 10:00 a 12:50

Tiempo de dedicación semanal:

Horas en el aula: teoría: 3 práctica: 2

Horas de dedicación fuera de clase: 4

Modalidad de curso: presencial. Contraseña de mediación virtual: IB0012ES

Profesor: Ing. Ronny Chaves Mata, ronny.chaves@ucr.ac.cr. Horario de atención a estudiantes. Lunes de 10:00 a 12:00 presencial (Oficina acreditación de la EIB) o virtual mediante la plataforma zoom, previa coordinación por correo electrónico

Profesor: Ing. Jesús Bejarano Quesada, jesus.bejarano@ucr.ac.cr. Jueves 13:00 a 14:00 presencial o bien, mediante la plataforma zoom, previa coordinación mediante correo electrónico.

Atributos de egreso evaluados en el curso

Atributo	Indicador	Nivel	Código
Diseño y desarrollo de soluciones	1	Desarrollo	DD01D
Medio ambiente y sostenibilidad	2	Desarrollo	MS02D

Unidades de acreditación del curso

Rubro	UA declaradas
Ciencias de la Ingeniería	X
Diseño en Ingeniería	X
Matemáticas	
Ciencias naturales	
Estudios complementarios	

Objetivos de desarrollo sostenible relacionados

- **ODS-9 Industria, innovación e infraestructura.**
 - Meta: 9.c *Aumentar significativamente el acceso a la tecnología de la información y las comunicaciones y esforzarse por proporcionar acceso universal y asequible a Internet en los países menos adelantados de aquí a 2020.*
 - Indicador: 9.c.1 *Porcentaje de la población abarcado por una red móvil, desglosado por tecnología*
 - Meta: 9.4 *De aquí a 2030, modernizar la infraestructura y reconvertir las industrias para que sean sostenibles, utilizando los recursos con mayor eficacia y promoviendo la adopción de tecnologías y procesos industriales limpios y ambientalmente racionales, y logrando que todos los países tomen medidas de acuerdo con sus capacidades respectivas.*
 - Indicador: 9.4.1 **Emisiones de CO2 por unidad de valor añadido*
- **ODS-12 Producción y consumo responsables**
 - Meta: 12.3 *De aquí a 2030, reducir a la mitad el desperdicio de alimentos per cápita mundial en la venta al por menor y a nivel de los consumidores y reducir las pérdidas de alimentos en las cadenas de producción y suministro, incluidas las pérdidas posteriores a la cosecha*
 - Indicador: 12.3.1 *Índice de la pérdida mundial de alimentos*

Nota: metas e indicadores tomados del sitio web <https://ods.cr>. Comprobación de los ODS en el curso a través del formulario: <https://forms.office.com/r/tEusCQQHkd>.

Fecha de última revisión: 14/02/23

2. Justificación del curso

Mediante este curso, el estudiante podrá ser capaz de diseñar sistemas de ventilación y enfriamiento, que se ubicaran en instalaciones agroindustriales. Tiene relación directa con sistemas de producción de animal doméstico de finca y vegetal, así como también en sistemas de preenfriamiento con aire forzado y almacenamiento de productos frescos. Con el aprendizaje que se logre en este curso el estudiante podrá realizar aplicaciones directas en los cursos subsiguientes, tales como Operaciones Unitarias en Biosistemas, Análisis y Modelado de Biosistemas e Infraestructura Agrícola.

3. Objetivos

Objetivo general

Diseñar sistemas de modificación ambiental aplicables en Instalaciones dedicadas a la producción animal y vegetal.

Objetivos específicos

1. Proporcionar a los estudiantes el conocimiento fundamental para entender los parámetros de diseño en el control de ambiente para instalaciones agrícolas.
2. Diseñar los diferentes procesos de ventilación (natural y forzada), calentamiento y enfriamiento para la producción animal y vegetal en instalaciones agrícolas.
3. Conocer las diferentes alternativas de control de ambiente en instalaciones dedicadas a la producción vegetal.
4. Proporcionar a los estudiantes los fundamentos de refrigeración por compresión de vapor, aplicado al pre-enfriamiento y mantención de productos frescos.
5. Seleccionar los diferentes tipos de unidades de evaporación y condensación, así como los componentes para el control de fluidos disponibles en el mercado y específicamente dedicados a sistemas de refrigeración de productos frescos.
6. Dimensionar y detallar especificaciones referentes a una cámara de refrigeración.
7. Calcular la carga de refrigeración por componentes según sea las necesidades para la reducción y mantenimiento de temperatura.
8. Diseñar un sistema de refrigeración dado una cierta demanda de carga de refrigeración, consideraciones específicas para el mantenimiento de productos frescos y lo referente a normativas ASHRAE y del Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos.

4. Contenido del curso y cronograma:

L: Lunes; M: Miércoles

SEMANA	TEMAS	Actividad
1 13-17 marzo	Tema 1. Introducción a. Importancia de los sistemas de control de ambiente en Instalaciones agroindustriales. b. Importancia de la Dinámica de Fluido Computacional (CFD) en la modelación y diseño de sistemas de ventilación en la agroindustria. Laboratorio. Tema 1. a. Conceptos del IoT. b. Revisión del Kit de componentes del curso. c. Propuesta de Proyectos de Curso y grupos d. Práctica instalación y configuración ambiente de desarrollo	Presencial L Prácticas de laboratorio: presenciales M
2 y 3 20-31 marzo	Tema 2. Psicrometría a. Composición del aire. b. Aire estándar. c. Propiedades psicrométricas. d. Uso de cartas psicrométricas. e. Procesos psicrométricos: f. Mezclas de aire. g. Calentamiento sensible, Enfriamiento sensible, Humificación, Deshumificación, Enfriamiento y Deshumificación, Factor de desviación de serpentines, Factor de calor sensible de serpentines, Calentamiento y humificación. Laboratorio. Tema 2. Estructura del programa a. Framework Arduino b. Estructura del programa c. Variables y tipos de datos d. Entradas y salidas digitales e. Práctica de uso entradas y salidas Laboratorio. Tema 3. Estructuras de control a. Estructura de condición IF b. Estructura de iteración FOR, WHILE y REPEAT c. Práctica de estructuras de control	Presencial L Prácticas de laboratorio: presenciales M
4 y 5 10-14 abril	Tema 3. Ciclo de refrigeración a. Introducción: Aplicaciones de la refrigeración en la prolongación de la vida útil y el mantenimiento de la calidad de los productos frescos y procesados. b. Ciclo de Refrigeración Ideal: sin considerar Sobrecalentamiento, Subenfriamiento, ni Pérdidas de presión en el sistema c. Ciclo real de refrigeración: considerando Sobrecalentamiento, Subenfriamiento, Pérdidas a entradas y salidas de los diferentes	Presencial L Prácticas de laboratorio: presenciales M Gira a REFRINA (CENADA) Viernes

	sitios donde así acontezca, Efecto Refrigerante, Energía de compresión, Potencia requerida en el compresor, Energía de condensación y Expansión. d. Sistemas Multiestado: empleo de dos o más compresores, donde el refrigerante fluye en serie. Práctica de laboratorio 1: Procesamiento de entradas y salidas	Entrega Primer Avance Proyecto: presencial J
6 17-21 abril	Tema 4. Evaporadores Tipos de Evaporadores: - Descubierto, Superficie de Placa y Aleteados. - Evaporadores de Convección Natural y Convección Forzada. Tema 5. Condensadores Tipos de Unidades Condensadoras: - Enfriados con Aire. - Enfriados con Agua. - Evaporativas. Tema 6. Compresores - Tipo de aplicaciones. - Como funcionan. - Potencia requerida. - Interpretación de catálogos: selección y mantenimiento. Tema 7. Componentes accesorios Tipos: - Válvulas. - Controles de presión. - Filtros. - Reservorio. - Termostato. - Humificador y deshumidificadores. Laboratorio. Revisión avance proyecto y sesión de apoyo.	Presencial L Prácticas de laboratorio: presenciales M
	Tema 8. Cálculo de carga de refrigeración - Calor transferido a través de paredes del espacio a refrigerar. - Calor debido a infiltración, debido apertura de puertas (cambios de aire). - Calor debido a reducción de temperatura en el producto. - Calor debido a respiración del producto. - Calor debido a personal encargado de acomodo de producto en cámara. - Calor debido a iluminación. - Cargas debido a motores. - Calor debido a carga de congelación, debido a material de empaque. - Uso de factor de seguridad. Laboratorio. Tema 4. Sensores y actuadores	

	a. Sensor de temperatura y humedad dht11 a. Práctica sensor de temperatura y humedad dht11	
7 y 8 24-5 mayo	Tema 9. Diseño del sistema de refrigeración a. Equilibrio del sistema: balance entre la capacidad de la unidad de evaporación y la unidad de condensación para determinar punto de funcionamiento según carga de refrigeración, temperatura de almacenamiento y humedad relativa. b. Refrigerantes: tipos de refrigerantes disponibles a nivel comercial e industrial, riesgos de uso de estos debido a capa de ozono y calentamiento global, designaciones, mezclas, propiedades físicas, ciclos de desempeño, usos de refrigerantes con ventajas a nivel de daño mínimo al ambiente. c. Métodos para descongelación de sistemas de refrigeración. d. Tuberías y accesorios para conducción de refrigerantes: selección de tuberías y componentes de control. e. Sistemas de refrigeración y su influencia sobre la Inocuidad de los productos frescos. f. Instalaciones refrigeradas: tipo de cámara a usar, distribución final de espacios, aislamientos seleccionados y costos respectivos, barreras de vapor, prevención de congelación de pisos y causa de fracturas mediante uso de sistemas de ventilación subterráneo, prevención de condensación en cámaras con alta humedad relativa, tipos de puertas disponibles, anclajes de sección superior. Sistemas de control de temperatura y humedad relativa en espacios refrigerados. Sistemas de control de deshielo empleando aire natural, eléctrico o por gas caliente. g. Análisis de alternativas: proponer sistemas de refrigeración dado una condición establecida o una remodelación y ampliación requerida. h. Parámetros fundamentales para Instalación de Sistemas de refrigeración. i. Instrucciones para carga refrigerante. j. Verificación de instalaciones eléctricas, fugas, sobrecalentamiento. Práctica de laboratorio 2: Sensores de temperatura y humedad Laboratorio. Revisión avance proyecto y sesión de apoyo.	Presencial L Prácticas de laboratorio: presenciales M
9 8-12 mayo	Tema 10. Análisis de la matriz biológica a. Calidad del producto y efecto del tiempo b. Maduración y coloración c. Cadena de suministro y planeación logística Tema 11. Análisis de rendimiento de sistemas de enfriamiento	Presencial L Prácticas de laboratorio: presenciales M Primer examen parcial asincrónico

	a. Principios fundamentales del análisis de procesos de enfriamiento b. Simulaciones de Montecarlo c. Variabilidad del enfriamiento Laboratorio. Tema 5. Gestión de datos a. Creación de tableros de control y monitoreo en la nube. b. Almacenamiento de datos c. Práctica en clase	
10 15-19 mayo	Tema 12. El efecto del ambiente sobre el crecimiento de la planta a. Temperatura del aire. b. Humedad relativa. c. Luz. d. El ambiente de la raíz. Laboratorio. Tema 5. Gestión de datos a. Creación de tableros de control y monitoreo en la nube. b. Almacenamiento de datos a. Control de dispositivos.	Presencial L
11 22-26 mayo	Tema 13. Cantidad del flujo de aire para estructuras de invernadero a. Balance de energía de un invernadero. b. Balance de masa de un invernadero ventilado. c. Selección de valores para cálculos de transferencia masa-calor. d. Cálculos representativos. Práctica de laboratorio 3: Web Dashboard – uplinks y downlinks.	Presencial L Prácticas de laboratorio: presenciales M
12 29-2 junio	Tema 14. Sistemas de ventilación para estructuras de invernadero a. Principios generales de equipo. b. Sistemas de ventilación por extracción. c. Sistemas de ventilación a presión. d. Sistemas de ventilación natural. e. Diseño de un sistema de ventilación específico. f. Parámetros importantes a tomar en cuenta en la instalación de un sistema de ventilación para invernadero. Laboratorio. Revisión avance proyecto y sesión de apoyo.	Presencial L Entrega Segundo Avance Proyecto: presencial M
13 5-9 junio	Tema 15. Efectos del ambiente térmico y gaseoso sobre el animal doméstico de finca a. Homotermia b. Balance de energía c. Efectos de la temperatura d. Efectos de la Humedad e. Efectos de la velocidad del aire f. Efectos de la contaminación del aire Laboratorio. Tema 6. Aplicaciones para celular a. Introducción a los frameworks de desarrollo rápido. b. Uplinks y downlinks. c. Blynk	Presencial L Prácticas de laboratorio: presenciales M

	a. Práctica: Aplicación de monitoreo y control Práctica de Laboratorio 4: Aplicación celular	
14 12-16 junio	Tema 16. Cantidad de flujo de aire para ventilación del animal doméstico de finca a. Ecuaciones fundamentales b. Selección de valores c. Comparación de resultados d. Tazas de ventilación estandarizadas Laboratorio. Revisión avance proyecto y sesión de apoyo.	Presencial L Prácticas de laboratorio: presenciales M
15 19-23 junio	Tema 17. Sistemas de ventilación para estructuras del animal doméstico de finca a. Principios generales del equipo b. Localización y operación del equipo de ventilación c. Puesta en escena de las tasas de ventilación d. Sistemas de ventilación mediante extracción e. Sistemas de ventilación a presión f. Ventilación presión neutra g. Sistemas de ventilación natural h. Parámetros importantes al momento de ejecutarse la instalación de un sistema de ventilación y control de ambiente para animal doméstico de finca i. Diseño de un sistema de ventilación específico Laboratorio. Revisión avance proyecto y sesión de apoyo.	Presencial L Entrega Tercer Avance Parcial: presencial M
16 26-30 junio	Presentación de proyectos	Presencial
17 3-7 julio	Segundo examen parcial	Asincrónico

5. Metodología

El curso será impartido mediante la modalidad presencial, a través de clases teóricas los lunes y clases presenciales los jueves compuestos de dos horas de práctica de laboratorio sobre sistemas de control.

Adicionalmente, el curso contará con el uso de la plataforma de mediación virtual (mediacionvirtual.ucr.ac.cr) para que los estudiantes suban los avances del trabajo final, exámenes y otros. La comunicación es recomendable que sea a través de medicación virtual, correo electrónico y Microsoft Teams como medio de coordinación y colaboración.

El proyecto final del curso será en grupos de 2 o 3 personas y además de la parte técnica se asignará un porcentaje a la redacción del trabajo, el cual debe cumplir con el formato y la rigurosidad de una revista técnica con comité editor como por ejemplo (<https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/ingenieria/article/view/48008/47903>).

El atributo principal, para el que la metodología de enseñanza está dirigido, es hacia el Atributo Diseño/desarrollo de soluciones (DD): Capacidad para diseñar soluciones para problemas de Ingeniería complejos, así como para diseñar sistemas, componentes o procesos que satisfagan necesidades específicas, teniendo en cuenta las consideraciones apropiadas para la salud pública, la seguridad, los estándares pertinentes, así como los aspectos culturales, sociales, económicos y ambientales y la rúbrica o herramienta para comprobar el desarrollo del mismo se realizó en términos del contenido de este curso y el grado de avance del estudiante en el programa de estudios de Ingeniería de Biosistemas, con grado de Licenciatura.

El otro atributo es medio ambiente y sostenibilidad (MS), que trata sobre la capacidad para comprender y evaluar la sostenibilidad y el impacto del trabajo profesional de ingeniería en la solución de problemas complejos de ingeniería en los contextos sociales y ambientales.

6. Evaluación

Los componentes del sistema de evaluación se detallan a continuación:

Cuadro. Resumen de tipos de evaluación

Tipo de evaluación	Porcentaje asignado (%)
Prácticas de laboratorio	(15%)
Informe de gira(s)	(10%)
Exámenes parciales	Primer parcial (30%)
	Segundo parcial (25%)
Proyecto final	(20%)

6.1 Prácticas de laboratorio

Se realizarán aproximadamente 4 prácticas de laboratorios en el laboratorio de cómputo de la EIB orientadas hacia sistemas de control de ambiente utilizando microcontroladores, sensores y simulaciones. Los laboratorios serán de carácter obligatorio y no se reponen. Una semana posterior a la realización del laboratorio se debe presentar un informe debe contener lo expresado en el formato adjunto a esta carta al estudiante.

6.2 Gira

Para el desarrollo de la comprensión y la evaluación de las temáticas del curso se organizará como mínimo una gira para la cual se suministrará una guía detallada que comprende las actividades a realizar así como los puntos que deberán ser ampliados por las personas estudiantes que conformará su entregable de la gira

6.3 Exámenes Parciales:

Para la examinación de los temas comprendidos en el curso, se realizarán dos exámenes parciales presenciales o asincrónicos según se acuerde; que comprenderán lo relacionado a los sistemas de ventilación, calentamiento y enfriamiento de instalaciones dedicadas a la producción animal y vegetal en primera instancia y posteriormente los sistemas de refrigeración y sistemas de ventilación diseñados para el mantenimiento de la vida útil de productos frescos producidos bajo las buenas prácticas agrícolas correspondientes. Los exámenes podrán ser repuestos en los casos determinados en el reglamento de orden y disciplina de los estudiantes.

6.5 Proyecto final

El proyecto será de forma grupal, el profesor establecerá la cantidad máxima y mínima de estudiantes por grupo. El proyecto consiste en la construcción de un sistema de control de ambiente para un producto por definir a través de un prototipo físico. Adicionalmente se proveerá una Guía para la presentación del Trabajo Final del Curso, como elemento de apoyo.

El proyecto final del curso será en grupos de 2 a 4 personas y además de la parte técnica se asignará un porcentaje a la redacción del trabajo.

Además del prototipo físico, se deberá acompañar de un informe escrito que debe cumplir con el formato y la rigurosidad de una revista técnica con comité editor como por ejemplo (<https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/ingenieria/article/view/48008/47903>):

- Portada
- Introducción: breve teoría sobre los sistemas de control y los microcontroladores; descripción de la justificación de la importancia del control de ambientes para el producto/organismo en cuestión y una descripción de los objetivos del proyecto
- Metodología: pasos para la materialización del sistema de control
- Resultados
- Conclusiones
- Referencias

El proyecto será evaluado de la siguiente manera:

Rúbrica de evaluación del proyecto final

Rúbrica	Puntaje
Funcionalidad Cumplimiento con los entregables solicitados, cumplimiento factores críticos de éxito	8/20
Documentación Informe final (Introducción; metodología; resultados: diagrama de conexión, calidad del código fuente, análisis y cálculos, lista de materiales y componentes, costos, lecciones aprendidas; conclusiones, referencias bibliográficas, bitácora del proyecto).	4/20
Presentación final Efectividad de exposición, uso de recursos audio-visuales apropiados, demostración de la solución, ingenio y creatividad, prototipo	8/20

7. Bibliografía

7.1 Bibliografía básica

Campbell, J; Brothers, D; Donald, J. Poultry House Ventilation Guide. Revised Edition. Alabama, USA: National Poultry Technology Center, Auburn University; 2011.

Castilla, N. Greenhouse Technology and Management. Second Edition. Boston, MA, USA; 2013.

Dossat, R.J. Principios de Refrigeración. 22ava Reimpresión. Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V. México, D.F. 2002.

Stoecker, W.F. Industrial Refrigeration Handbook.1998. McGraw Hill Companies, Inc. New York, U.S.A.782p.

7.2 Bibliografía recomendada

NQA. (s.f.). *Guía de implantación de sistemas de gestión de la energía*.

Albright, Louis D. 1990. Environmental Control for Animals and Plants. ASAE Textbook Number 4. American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, Michigan.

American Conference of Governmental Industrial Hygienists. 2010. Industrial Ventilation: A Manual of Recommended Practice for Design. ACGIH. 27th Edition. Cincinnati, Ohio, E.U.A.

ASABE STANDARDS 2013. Standards Engineering Practices Data. 2004. ASAE EP 270.5 FEB 03 Design of Ventilation Systems for Poultry and Livestock. Data. New York, U.S.A.

ASAE STANDARDS 2004. Standards Engineering Practices Data. 2004. ASAE EP 406.4 JAN 03. Heating, Ventilating and Cooling Greenhouses. Data. New York, U.S.A.

ASAE STANDARDS 2004. Standards Engineering Practices Data. 2004. ASAE D271.2DEC99 Psychrometrics Data. New York, U.S.A.

Dossat, R.J. Principles of Refrigeration. 4th. ed.1997. Prentice-Hall, Inc. New Jersey. USA.

Hellickson, M.A, Walker, J.N. 1983. Ventilation of Agricultural Structures. ASAE

Textbook Number 6. American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, Michigan.

Talbot, M.T. and D. Baird. Psychrometrics and Postharvest Operations. CIR1097, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. Gainesville, Florida, U.S.A. <http://edis.ifas.ufl.edu>.

Thompson, J.F. Commercial Cooling of Fruits, Vegetables, and Flowers.1998. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources. Publication 21567. U.S.A.

Watkins, John B. 1990. Forced Air Cooling. Queensland Department of Primary Industries, Brisbane. Queensland Government.

8. Información adicional

Normas de cumplimiento

Con respecto a la normativa solicitada al estudiante para participar en el curso, es de especial interés el respeto tanto entre los estudiantes, como entre estudiantes y Docente y en forma recíproca así como el acatamiento de los reglamentos sobre:

- 1) Reglamento de orden y disciplina
- 2) Reglamento de Regimen académico estudiantil.
- 3) Reglamento de la Universidad de Costa Rica en contra del hostigamiento sexual.