

1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Ingeniería de Procesos de la Industria Alimentaria
Clave de la asignatura:	SAM-2003
SATCA¹:	(2-4-6)
Carrera:	Ingeniería en Industrias Alimentarias

2. Presentación

Caracterización de la asignatura

La industria de alimentos requiere mejoras continuas a sus procesos, esto incluye la minimización de energía y el diseño óptimo de los equipos. Estas mejoras pueden depender de la formulación de nuevos productos. La estrategia recomendable es el análisis de procesos, el cual permite: la descripción detallada de los fenómenos involucrados en el procesamiento, la definición de estrategias para las mejoras planteadas y la predicción de condiciones de operación bajo control dinámico. Sin embargo, el análisis de procesos demanda un alto conocimiento de: matemáticas, física y propiedades de los alimentos.

Este curso plantea las bases del análisis de procesos, las cuales aportan las herramientas para la solución de problemas de operación en una planta de procesamiento de alimentos. Las herramientas son estrategias numéricas con el uso de computadora. Los planteamientos de los problemas corresponden a los temas abordados en las materias de: Flujo de Fluidos y Operaciones de transferencia de Calor y Masa. Los problemas de operación abordan conceptos de: simulación dinámica, instrumentación y control y dinámica computacional de fluidos. Así, la materia aporta al perfil del Ingeniero en Industrias Alimentarias la capacidad para diseñar, crear, aplicar, optimizar, analizar y evaluar los sistemas de producción industrial, incluye los conocimientos que garantizan la solución de problemas de operación en plantas alimentarias.

Intención didáctica

El desarrollo del curso está basado en el método sistemático, de tal forma que el alumno define la metodología adecuada para lograr la solución de problemas de

diseño, operación y análisis en los procesos de alimentos. En esta materia es necesario que el alumno comprenda en su totalidad: fenómenos de transferencia, termodinámica y diseño de equipos en la industria de alimentos. El alumno desarrollará competencias específicas para resolver problemas de simulación en base a: modelos planteados, algoritmos numéricos, control de procesos y dinámica computacional de fluidos.

El enfoque de la materia es teórico con bases matemáticas. La materia se estructura en cuatro unidades. La primera unidad introduce el análisis de procesos a través del modelado, esto puede ser de forma macroscópica y microscópica. La segunda unidad provee las herramientas necesarias para

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

la solución de los problemas dinámicos, los cuales fueron obtenidos en la primera unidad pasada. En particular, la segunda unidad está enfocada en el análisis numérico. La tercera unidad está enfocada en: instrumentación industrial y fundamentos de control de proceso. La cuarta unidad involucra conocimiento de los fundamentos para la dinámica computacional de fluidos (CFD por sus siglas en inglés). La simulación CFD es un tema muy apreciado y novedoso en las industrias: aeronáutica, metalmeccánica, química y alimentaria. Este tema aporta mejoras en el diseño de equipos. La ingeniería en alimentos es fuente importante de problemas que requieren este tipo de simulación.

La asignatura requiere una práctica constante de: modelado y análisis numérico. El alumno debe desarrollar ejercicios y ejemplos continuos, estos bajo el uso de la computadora. Además, el alumno debe explorar los temas de forma aplicable fundamentándose en casos de estudio. El docente debe tener un dominio de los temas de la materia y contar con experiencia industrial o científica. Así, el docente será una guía importante en el planteamiento y solución de casos de estudio.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
Instituto Tecnológico de Roque, Roque, Celaya. Mayo- agosto 2012.	Representantes de la Academia de Ingenierías.	Desarrollo de un programa nuevo, propuesto para la especialidad de la carrera de Ingeniería en Industrias alimentarias, realizada por la Academia de Ingenierías.
Instituto Tecnológico de Roque, Roque, Celaya. Marzo - mayo 2016.	Representantes de la Academia de Ingenierías.	Rediseño del programa para adecuarlo a las modificaciones de la especialidad adoptadas por la instauración del sistema dual.
Instituto Tecnológico de Roque, Roque, Celaya. Marzo - Octubre 2019.	Representantes de la Academia de Ingenierías.	Reunión de Academia del área de Ingeniería en Industrias Alimentarias.

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
Maneja y domina las herramientas fundamentales de la ingeniería de procesos en alimentos para la mejora y diseño de plantas de proceso de alimentos.

5. Competencias previas

• Evalúa los fenómenos involucrados en los procesos de producción en las industrias alimentarias. Aplicando las leyes de la termodinámica y el equilibrio de fases. • Diferencia sobre los fundamentos de la reología de los alimentos y sus parámetros para la selección de los equipos utilizados en el flujo de fluidos durante el proceso de alimentos.
--

- Identifica, diferencia y domina los fundamentos, características y aplicación de los equipos de las operaciones de transferencia de calor más comunes requeridos en el procesamiento de alimentos (Intercambio de Calor, Evaporación, Pasteurización, Ultra pasteurización, Esterilización, Refrigeración, Congelación y Ultracongelación), para optimizar procesos de producción considerando la reducción de costos de operación y el impacto ambiental.
- Identificar, diferenciar y dominar los fundamentos, características y aplicación de los equipos de las operaciones de transferencia de masa y calor más comunes requeridas en el procesamiento de alimentos (destilación, extracción y cristalización), para optimizar procesos de producción, considerando la reducción de costos de operación y el impacto ambiental.
- Crear, desarrollar e implementar programas para facilitar la solución de problemas con responsabilidad, en los procesos de producción en la industria alimentaria.

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Modelado de procesos en alimentos	1.1 Importancia del modelado en la ingeniería de alimentos 1.2 Clasificación de los modelos 1.3 Desarrollo de modelos microscópicos de procesos de alimentos 1.3.1 Volumen de control 1.3.2 Análisis de flujo de fluidos 1.3.3 Análisis de transferencia de calor 1.3.4 Análisis de transferencia de masa 1.4 Desarrollo de modelos macroscópicos de procesos de alimentos 1.4.1 Estado transitorio 1.4.2 Balances de materia: Cambio de nivel 1.4.3 Balances de energía: Cambio de temperatura 1.4.4 Balances de componentes: Cambio de composición 1.5 Balances en multifase: equilibrio de fases y cambio de fase

2	Análisis numérico	2.1 Error y criterio de convergencia 2.2 Ecuaciones algebraicas no lineales 2.2.1 Método de Bisección 2.2.2 Método de Newton-Raphson 2.3. Sistemas de ecuaciones algebraicas no lineales: Método de Newton-Raphson 2.4 Ecuaciones y sistemas de ecuaciones diferenciales ordinarias 2.4.1 Métodos de paso fijo 2.4.2 Sistemas de ecuaciones diferenciales de orden superior 2.4.3 Problemas con valor en la frontera 2.5 Solución numérica asistida por computadora: Hojas de cálculo y lenguajes de programación
3	Simulación y control de procesos	3.1 Fundamentos de instrumentación 3.1.1 Medidores: Nivel, temperatura, flujo, presión, concentración 3.1.2 Elementos finales de control válvulas y variadores de frecuencia 3.2 Tipos de entradas y respuestas del sistema 3.3 Simulación de sistemas simples y complejos 3.4 Fundamentos de control de procesos 3.4.3 Control por retroalimentación 3.4.4 Controladores PID y su sintonización 3.5 Simulación y controles asistidos por computadora: Hojas de cálculo y lenguajes de programación

4	Dinámica computacional de fluidos (CFD)	4.1 Métodos numéricos relacionados 4.2 Condiciones fronteras 4.3 Modelado de turbulencia 4.3.1 Fundamentos e historia del estudio de la turbulencia 4.3.2 Modelos de turbulencia y su clasificación 4.4 Solución de CFD 4.4.1 Desarrollo de geometrías 4.4.2 Creación de mallas 4.4.3 Solución e interpretación de resultados 4.5 Análisis bibliográfico sobre desarrollo de CFD en ingeniería de alimentos Paquetes especializados: ANSYS, COMSOL.
---	---	--

7. Actividades de aprendizaje de los temas

1. Modelado de procesos en alimentos	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): Comprende los fundamentos para el desarrollo de modelos en la ingeniería de alimentos. Genéricas: Análisis y síntesis. Conocimiento de una segunda lengua. Organización y trabajo en equipo.	• Documentar los distintos tipos de modelos. • Discutir y analizar en equipo la información documentada. • Realizar modelos sobre temas de estudio específicos. • Entregar un ensayo sobre el modelado de un proceso de alimentos.
2. Análisis Numérico	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): Identifica y aplica las distintas técnicas numéricas necesarias para la solución de problemas numéricos presentes en la ingeniería de procesos de alimentos. Genéricas: Análisis y síntesis. Conocimiento de una segunda lengua. Organización y trabajo en equipo.	• Documentar los distintos problemas matemáticos existentes en la ingeniería de procesos. • Realizar algoritmos para la solución de problemas numéricos. • Generar interfaces, diálogos y hojas de cálculo que permitan la solución de problemas numéricos a través de distintas técnicas. • Generar estrategias para la solución de los distintos modelos matemáticos de procesos de alimentos a través del análisis numérico.
3. Simulación y control de procesos	
Competencias	Actividades de aprendizaje

Específica(s): Conoce e identifica la instrumentación existente en la industria de procesos de alimentos, así como los fundamentos del control de procesos y su aplicación en plantas de alimentos. Genéricas: Análisis y síntesis. Conocimiento de una segunda lengua. Organización y trabajo en equipo.	• Consulta bibliográfica exhaustiva sobre la instrumentación industrial. • Realizar ensayos sobre los fundamentos de control de procesos. • Visitar una planta de alimentos para identificar la instrumentación e instrumentación existente. • Realizar prácticas numéricas y en simuladores para la sintonización de controladores. Generar un sistema para simular y controlar una planta de alimentos.
4. Dinámica computacional de fluidos (CFD)	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): Conoce los fundamentos para realizar simulación CFD de procesos de alimentos. Genéricas: Análisis y síntesis. Conocimiento de una segunda lengua. Organización y trabajo en equipo.	• Documentar los aspectos teóricos de turbulencia, multifase, transferencia de calor, etc. • Realizar simulaciones CFD sobre de casos de estudio específicos. • Entregar un ensayo sobre la sistematización del desarrollo de CFD. • Proponer sistemas de procesos de alimentos para realizar su modelado y simulación en CFD.

8. Práctica(s)

- Realizar simulaciones sobre casos de estudios específicos de los talleres de alimentos, como pasteurización, evaporación y calentamiento de leche.
- Generar la sintonización de un controlador PID para un proceso planteado.
- Validar una simulación CFD con el desarrollo de una práctica de taller de alimentos.
- Realizar sintonizaciones de controladores PID para diversos procesos de alimentos.

9. Proyecto de asignatura

El objetivo del proyecto que planteé el docente que imparta esta asignatura, es demostrar el desarrollo y alcance de la(s) competencia(s) de la asignatura, considerando las siguientes fases:

- **Fundamentación:** marco referencial (teórico, conceptual, contextual, legal) en el cual se fundamenta el proyecto de acuerdo con un diagnóstico realizado, mismo que permite a los estudiantes lograr la comprensión de la realidad o situación objeto de estudio para definir un proceso de intervención o hacer el diseño de un modelo.
- **Planeación:** con base en el diagnóstico en esta fase se realiza el diseño del proyecto por parte de los estudiantes con asesoría del docente; implica planificar un proceso: de intervención empresarial, social o comunitario, el diseño de un modelo, entre otros, según el tipo de proyecto, las actividades a realizar los recursos requeridos y el cronograma de trabajo.
- **Ejecución:** consiste en el desarrollo de la planeación del proyecto realizada por parte de los estudiantes con asesoría del docente, es decir en la intervención (social, empresarial), o

construcción del modelo propuesto según el tipo de proyecto, es la fase de mayor duración que implica el desempeño de las competencias genéricas y específicas a desarrollar.

- Evaluación: es la fase final que aplica un juicio de valor en el contexto laboral-profesión, social e investigativo, ésta se debe realizar a través del reconocimiento de logros y aspectos a mejorar se estará promoviendo el concepto de “evaluación para la mejora continua”, la metacognición, el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes.

10. Evaluación por competencias

1. Evidencia de conocimiento: Examen escrito, Examen sorpresa.
2. Evidencia de producto: Tareas.
3. Evidencia de desempeño: Proyecto de análisis bajo un caso de estudio.
4. Evidencia de actitud: Investigación bibliográfica autodidacta en idioma inglés.

11. Fuentes de información

1. Irudayaraj, J. (2002). Food Processing Operations Modeling. Design and Analysis: Marcel Dekker, Inc.
2. Stavros Yanniotis, Solving problems in Food Engineering. Ed. Springer. USA 2008.
3. Özilgen, M. (1998). Food Process Modeling and Control: Gordon and Breach Science Publishers.
4. López-Gómez, A., & Barbosa-Cánovas, G. V. (2005). Food Plant Design. Boca Raton, FL: Taylor & Francis Group.
5. Bird, R. B., Stewart, W. E., y Lightfoot, E. N., (1998). Transport Phenomena, John Wiley and Sons.
6. DiStefano, J. J., Stubberud, A. R., y Williams, I. J., (1990). Feedback and control systems, McGraw-Hill.
7. Luyben, M. L., y Luyben, W. L., (1997). Essentials of Process control, McGraw-Hill.
8. Smith, C. A., y Corripio, A. B., (1997). Principles and practice of automatic process control, John Wiley and Sons.
9. Ingham, J., Dunn, I. J., Heinzle, E., y Prenosil, J. E., (2000). Chemical Engineering Dynamics, Wiley and Sons.
10. Tosum, I., (2007). Modeling in Transport Phenomena. A conceptual Approach, Elsevier Science & Technology Books.
13. Meireles, M. A. A. (Ed.). (2008). Extracting bioactive compounds for food products: theory and applications. CRC press.
11. Astarita, G., y Oconoe, R., (2002). *Special Topics in Transport Phenomena*, Elsevier.
12. Brodkey, R. S., y Hershey, H. C., (1988). *Transport Phenomena. A unified approach*, McGraw-Hill.
13. Sun, D.-W., (2007). *Computational fluid dynamics in food processing*, CRC Press, Taylor & Francis Group.
14. Singh, R. P., y Heldman, D. R., (2009). *Introduction to food engineering*, Academic Press.
15. Tu, J., Yeoh, G.H. y Liu, C. (2008). *Computational Fluid Dynamics: A practical approach*, Butterworth-Heinemann, Elsevier.
16. Welte-Chanes, J., Vélez-Ruiz, J. F., y Barbosa-Cánovas, G. V., (2003). *Transport phenomena in food processing*, CRC Press LLC.
17. Blazek, J., (2006). *Computational fluid dynamics: principles and applications*, Elsevier, Amsterdam, The Netherlands.