



POSADAS, 24 AGO 2023

VISTO: el expediente FCEQYN-S01:0001262/2023, referente al Programa de la asignatura "MODELIZACIÓN Y SIMULACIÓN DE PROCESOS" de la carrera Ingeniería en Alimentos; y

CONSIDERANDO:

QUE, desde el Departamento de Matemática se eleva el Programa de la asignatura "MODELIZACIÓN Y SIMULACIÓN DE PROCESOS" de la carrera Ingeniería en Alimentos.

QUE, la Secretaría Académica toma conocimiento del trámite y eleva al Honorable Consejo Directivo para su tratamiento.

QUE, la comisión de Asuntos Académicos emite el despacho N° 110/23 en el que se sugiere Aprobar el Programa de la asignatura "MODELIZACIÓN Y SIMULACIÓN DE PROCESOS" de la carrera de Ingeniería en Alimentos (Plan 2008).

QUE, el tema se pone a consideración en la IVª Sesión Ordinaria de Consejo Directivo realizada el 26 de junio de 2023, aprobándose -por unanimidad y sin objeciones de los consejeros presentes- el despacho N° 110/23 de la comisión de Asuntos Académicos.

Por ello:

**EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, QUÍMICAS Y NATURALES
RESUELVE:**

ARTÍCULO 1º: APROBAR por el período 2023-2026 el Programa de la asignatura "MODELIZACIÓN Y SIMULACIÓN DE PROCESOS" de la carrera Ingeniería en Alimentos, el que se incorpora como Anexo de la presente Resolución.

ARTÍCULO 2º: REGISTRAR. Notificar al Señor Decano. Comunicar. Cumplido. **ARCHIVAR.**

RESOLUCION CD N°
mle/PCD

395-23

Dra. Claudia Marcela MENDEZ
Secretaría Consejo Directivo
Facultad de Ciencias Exactas,
Químicas y Naturales

Dra. Sandra Liliana GRENON
Presidente Consejo Directivo
Facultad de Ciencias Exactas,
Químicas y Naturales

VISTO: se deja expresa constancia que en la fecha se tomó conocimiento de la Resolución N°..... del Honorable Consejo Directivo de la FCEQyN de conformidad al Art. 1º inciso "c" de la Ordenanza N° 001/97.

24 AGO 2023

Dr. Dardo Andrea MARTI
Decano
Facultad de Ciencias Exactas,
Químicas y Naturales



ANEXO RESOLUCION CD N° 395-23

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MISIONES
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, QUÍMICAS Y NATURALES

2023-2026

PROGRAMA DE: **Modelización y Simulación de Procesos**

CARRERA: **Ingeniería en Alimentos**

AÑO EN QUE SE DICTA **Cuarto**

PLAN DE ESTUDIO 2008

CARGA HORARIA (1) **60 horas**

PORCENTAJE FORMACION TEÓRICA 40 PORCENTAJE FORMACIÓN PRACTICA 60

DEPARTAMENTO: **Matemática**

PROFESOR TITULAR/Responsable de la Asignatura: **Mario Roberto Rosenberger**

CARGO Y DEDICACIÓN: **Profesor Titular SemiExclusiva.**

EQUIPO DE CÁTEDRA		CARGO Y DEDICACIÓN	
1) Mario Roberto Rosenberger		Prof. Titular Semi-Exclusiva (Afecta dedicación Simple)	
2) Carlos Ariel Schvezov		Prof. Ayte. de Primera Simple (Afecta dedicación Simple).	
RÉGIMEN DE DICTADO		RÉGIMEN DE EVALUACIÓN	
Anual	Cuatrimstre 1º	Promocional	
Cuatrimstral <input checked="" type="checkbox"/>	Cuatrimstre 2º <input checked="" type="checkbox"/>	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>

Atención: Marcar según corresponda con una "x"


Dra. CLAUDIA MARCELA MENDEZ
SECRETARIA CONSEJO DIRECTIVO
Facultad de Ciencias Exactas,
Químicas y Naturales
UNaM


Dra. SANDRA LILIANA GRENON
PRESIDENTE CONSEJO DIRECTIVO
Facultad de Ciencias Exactas,
Químicas y Naturales
UNaM





ANEXO RESOLUCION CD N° 395-23.-

CRONOGRAMA

(3)

Distribución de
modalidad de
Dictado

Sem	Unidad
1	UNIDAD I: Intr. Métodos y Modelos Matemáticos de procesos en Ing.
2	UNIDAD I: Intr. Métodos y Modelos Matemáticos de procesos en Ing.
3	UNIDAD II: Análisis Dimensional y Teoría de modelos.
4	UNIDAD II: Análisis Dimensional y Teoría de modelos.
5	UNIDAD III: Análisis de sistemas Lineales
6	UNIDAD III: Análisis de sistemas Lineales
7	Examen Unidades, I – III.
8	UNIDAD IV: Transformadas de Laplace.
9	UNIDAD IV: Transformadas de Laplace.
10	UNIDAD V: Funciones de Transferencia de Sistemas de Primer Orden.
11	UNIDAD V: Funciones de Transferencia de Sistemas de Primer Orden.
12	UNIDAD VI: Funciones de Transferencia de Sistemas de Orden Superior.
13	UNIDAD VI: Funciones de Transferencia de Sistemas de Orden Superior.
14	Consultas, Exámenes Unidades IV – VI
15	Consultas y recuperatorios

Fundamentación

(4)

En particular un ingeniero de procesos no solo debe diseñar, modificar o resolver un problema en estado estacionario, sino que este es el punto de partida para determinar además su estabilidad y control ante situaciones no estacionarias o transitorios, que es la forma real de funcionamiento de los procesos. Los contenidos incluidos en este curso tienden a dar ese enfoque al análisis de procesos, utilizando las herramientas matemáticas mínimas e imprescindibles para modelizar un proceso, analizar en modelo en cuanto al comportamiento del mismo, ya sea tanto en su estabilidad como en su respuesta a cambios que puedan producirse en alguna etapa del mismo y que lo desvíen de su funcionamiento estacionario, analizando la respuesta del proceso ante perturbaciones estándares de diverso tipo. Las herramientas de solución de los problemas son principalmente numéricas cuyos contenidos han sido introducidos en cursos anteriores, y en herramientas analíticas como las transformadas que son incluidas en este curso. Como elemento fundamental de apoyo a la modelización se incorporan conceptos y técnicas del análisis dimensional que permitan realizar un análisis de escala en cada proceso y probar los modelos matemáticos realizando modelos físicos de los procesos. Como herramienta fundamental de apoyo al curso se utilizan distintos programas accesible al alumno que puedan resolver sistemas de ecuaciones lineales y problemas numéricos que se plantean en el curso, como ser: Matlab, Octave, Mathematica.

Dra. CLAUDIA MARCELA MENDEZ
SECRETARIA CONSEJO DIRECTIVO
Facultad de Ciencias Exactas,
Químicas y Naturales
UNaM

Dra. SANDRA LILIANA GRENON
PRESIDENTE CONSEJO DIRECTIVO
Facultad de Ciencias Exactas,
Químicas y Naturales
UNaM





ANEXO RESOLUCION CD N° **395-23**

OBJETIVOS (5)	<p>Los objetivos generales apuntan a que los estudiantes logren:</p> <ul style="list-style-type: none">- Adquirir y aplicar conocimientos y técnicas analíticas que lo ayuden durante su etapa de estudiante y profesional en el desarrollo y comprensión del comportamiento dinámico de procesos físicos y químicos.- Alcanzar capacidad de análisis para la formulación e interpretación de modelos matemáticos aplicados a la industria de procesos. <p>Entre los objetivos específicos se espera que los estudiantes logren:</p> <ul style="list-style-type: none">- Analizar y aplicar criterios metodológicos a los procesos físicos y químicos para el desarrollo de los respectivos modelos matemáticos.- Reconocer, distinguir y caracterizar a los procesos químicos, los sistemas y sus modelos.- Aplicar técnicas de balance y matemáticas para la elaboración de modelos simples.- Aplicar técnicas del análisis dimensional al análisis de procesos y su modelización física.- Reconocer, distinguir, caracterizar los sistemas lineales y no lineales.- Analizar los modelos en el espacio de estado y aplicar las técnicas de linealización y su interpretación.- Analizar la estabilidad de los modelos lineales en el espacio de estado.- Reconocer, distinguir y aplicar las transformadas de Laplace a los modelos lineales y no lineales.- Reconocer, distinguir, caracterizar y analizar los modelos lineales en el espacio de fases.- Analizar y caracterizar la función de transferencia, estabilidad y la respuesta de los sistemas en el espacio de fases.
------------------	--

CONTENIDOS MINIMOS (6)	Introducción a los Métodos y Modelos Matemáticos de Procesos en Ingeniería Química. Análisis Dimensional y Teoría de los Modelos. Simulación. Flowsheeting y módulos. Funciones analíticas y Aplicaciones: Análisis de Sistemas Lineales. Transformadas de Laplace. Análisis de las Funciones de Transferencia de Sistemas de Primer Orden. Análisis de las Funciones de Transferencia de Sistemas de Orden Mayor. Funciones Especiales.
---------------------------	--

MODULOS	<p>Unidad 1: Métodos y Modelos Matemáticos de procesos en Ingeniería.</p> <p>Unidad 2: Análisis Dimensional y Teoría de modelos.</p> <p>Unidad 3: Análisis de sistemas Lineales</p> <p>Unidad 4: Transformadas de Laplace.</p> <p>Unidad 5: Funciones de Transferencia de Sistemas de Primer Orden.</p> <p>Unidad 6: Funciones de Transferencia de Sistemas de Orden Superior.</p>
---------	--

Dra. CLAUDIA MARCELA MENDEZ
SECRETARIA CONSEJO DIRECTIVO
Facultad de Ciencias Exactas,
Químicas y Naturales
UNaM

Dra. SANDRA LILIANA GRENON
PRESIDENTE CONSEJO DIRECTIVO
Facultad de Ciencias Exactas,
Químicas y Naturales
UNaM



ANEXO RESOLUCION CD Nº **395-23**

CONTENIDOS POR UNIDAD	
	<p>Unidad 1. Introducción a los Métodos y Modelos Matemáticos de Procesos en Ingeniería Química. Descripción de procesos: modelos matemáticos y diagramas de flujo. Variables y parámetros. Sistemas estacionarios y no estacionarios. Leyes básicas. Ecuaciones de balance de materia y energía. Ecuaciones constitutivas. Ecuaciones de velocidad. Modelos globales y distribuidos.</p> <p>Unidad 2. Análisis Dimensional y Teoría de los Modelos. Naturaleza del análisis dimensional. Magnitud y medida. Magnitudes fundamentales y derivadas. Sistemas de unidades. Concepto de dimensión. Constantes dimensionales. Homogeneidad dimensional. Postulados básicos del análisis dimensional. El teorema pi. Aplicaciones del análisis dimensional. Introducción a la teoría de los modelos y sus relaciones con el análisis dimensional.</p> <p>Unidad 3. Análisis de Sistemas Lineales. Modelos en el espacio de estado. Linealización de modelos no lineales. Interpretación de la linealización. Soluciones con entrada nula. Autovalores y autovectores. Efecto de la condición inicial. Soluciones generales en el espacio de estado. Aplicaciones con uso de Software.</p> <p>Unidad 4. Transformadas de Laplace. Transformada de Laplace de una función. Definición. Propiedades. Fórmulas fundamentales. Propiedades de desplazamiento y convolución. Fórmulas de inversión. Relaciones entre transformadas de Fourier y Laplace. Aplicaciones de la transformada de Laplace a la solución de problemas de valor inicial.</p> <p>Unidad 5. Funciones de Transferencia de Sistemas de Primer Orden. Respuesta de los Sistemas de Primer Orden. Entradas Escalón e Impulso. Procesos Autorregulados. Procesos Integrados. Modelos adelanto-retardo. Funciones de Transferencia.</p> <p>Unidad 6. Funciones de Transferencia de Sistemas de Orden Superior. Respuesta de Sistemas de Segundo Orden. Respuesta Escalón. Respuesta Escalón Subamortiguada. Respuesta a Impulsos. Respuesta a Entradas Senoidales. Polos y Ceros, Efecto en el Sistema. Conversión de la Función Transferencia al Espacio de Estado.</p>


Dra. CLAUDIA MARCELA MENDEZ
SECRETARÍA CONSEJO DIRECTIVO
Facultad de Ciencias Exactas,
Químicas y Naturales
UNaM


Dra. SANDRA LILIANA GRENON
PRESIDENTE CONSEJO DIRECTIVO
Facultad de Ciencias Exactas,
Químicas y Naturales
UNaM

ANEXO RESOLUCION CD Nº 395-23.-

ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE

La estrategia docente y las experiencias de enseñanza se desarrollarán teniendo en cuenta la "enseñanza-aprendizaje centrado en el alumno" lo cual implica;

- hacer recaer en la actividad del alumno el rol fundamental en la construcción del conocimiento
- ordenar los temas de manera que el alumno pueda estructurar su saber a partir de conocimientos anteriores y de su experiencia

Estrategia Docente

La actividad docente consistirá en:

- -exposiciones-demostraciones orales.
- -explicaciones dialogadas.
- -análisis de aplicaciones integradas.
- -presentación, resolución y discusión de ejercicios y problemas modelo.
- -utilización de la computación y la informática.
- -consultas y estudios dirigidos.

Metodología

La organización de la situación didáctica en el aula se organizará de manera que:

- -la introducción de cada tema se realice por medio de una situación problemática en la disciplina.
- -en la presentación del tema se deje abierta la posibilidad de encararlo desde distintos puntos de vista.
- -las exposiciones incluyan ejemplos y alienten la autogestión del conocimiento.
- -las explicaciones dialogadas garanticen la participación de todos los alumnos mediante un conocimiento previo de la situación a discutir.
- -el análisis de las aplicaciones se realicen sobre elementos ya vistos en otras materias y generen conceptos y aplicaciones no vistos previamente mostrando la utilidad y generalidad del tema.
- -la presentación, resolución y discusión de ejercicios y problemas modelos tiendan a equilibrar lo general y lo concreto en cada tema, buscando el aprendizaje activo.
- -las aplicaciones con computación reflejen sus limitaciones, su utilidad como herramienta y la imposibilidad que reemplacen el juicio crítico del alumno.

La actividad docente en el aula se complementa con un régimen de consulta permanente para generar un espacio de discusión sobre los temas, la resolución de las guías prácticas y alienten, orienten y ordenen la adquisición autónoma del conocimiento.

Experiencias de Aprendizaje

Las actividades que desarrollará el alumno comprenderán:

- -participación en las actividades dialogadas, fomentando el aprendizaje activo.
- -respuesta a cuestionarios guía.
- -realización individual de ejercicios y problemas de aplicación.
- -elaboración de conclusiones integradas.

Metodología

La organización de la situación didáctica se organizará de tal manera que el alumno:

- -se sienta motivado en los temas.
- -realice una abundante, graduada y variada ejercitación individual.
- -sea alentado y estimulado en la búsqueda de nuevos métodos y resultados y en su propio esfuerzo y constancia.
- -se sienta libre para seleccionar sus propios métodos y bibliografía y responsable de su éxito.

Medios Auxiliares

Los elementos materiales que se emplearán en las distintas situaciones del proceso son:

- -tiza y pizarrón, y/o marcador y pizarra
- -retroproyectores, y/o cañones proyectores y diapositivas digitales
- -aula virtual de la facultad
- -computadoras personales con programas de aplicaciones para cálculo numérico de funciones, aproximaciones, interpolaciones, etc.
- Calculadoras y software online; -Bibliografía; -Guías de Aprendizaje


Dra. CLAUDIA MARCELA MENDEZ
SECRETARIA CONSEJO DIRECTIVO
Facultad de Ciencias Exactas,
Químicas y Naturales
UNAM


Dra. SANDRA LILIANA GRENON
PRESIDENTE CONSEJO DIRECTIVO
Facultad de Ciencias Exactas,
Químicas y Naturales
UNAM





ANEXO RESOLUCION CD Nº 395-23.

SISTEMA DE
EVALUACION
(7)

Los mecanismos para conocer la efectividad del proceso de enseñanza-aprendizaje se basan en la comparación en el grado de obtención de los objetivos propuestos, el esfuerzo realizado y los resultados obtenidos mediante un proceso de evaluación. Con la evaluación se persiguen distintas finalidades:

- -perfeccionar el grado de obtención y alcance de los objetivos por medio de un proceso de *retroalimentación* que permita el ajuste del desarrollo de la materia, y
- -la *promoción* del alumno

Retroalimentación

Con el objetivo de alcanzar un efectivo mejoramiento del proceso de enseñanza-aprendizaje, se realizará una apreciación continua de los resultados para determinar los rendimientos e identificar sus causas, utilizando estos elementos de juicio para reajustar permanentemente la situación didáctica.

Para la apreciación continua de resultados se tendrá en cuenta:

- -la actividad del alumno en el aula
- -el seguimiento de las guías de trabajos prácticos realizadas, presentadas y evaluadas
- -las pruebas parciales que se efectuarán y que estarán en relación con los ejercicios, problemas, cuestionarios realizados sobre los temas vistos y cuestionarios integradores
- -el análisis y discusión con los alumnos de las guías y pruebas parciales realizadas.

Promoción

Será realizará con dos evaluaciones parciales y como condición para rendir el segundo parcial se deberá resolver un trabajo práctico integrador elaborando un modelo contemplando todos los contenidos vistos en la material: balances, linealización, estabilidad, respuesta temporal cada TP será realizado en forma individual. Deberán como condición para promocionar haber aprobado los TP de cada unidad.

Evaluación continua Se hará en base a la apreciación continua durante la retroalimentación, donde se valorará el grado de aprovechamiento del alumno en:

- capacidad de comprensión de los conceptos teóricos
- adquisición asistida de hábitos y técnicas de carácter funcional
- aprovechamiento asistido en el uso y aplicación de la matemática en algunas de las operaciones y procesos vinculados con la carrera.

Se adjudicará al alumno una nota o calificación parcial entre 0 y 10 puntos.

Evaluación Parcial. Consistirá en el desarrollo escrito de un cuestionario con relación a los ejercicios y problemas vistos en clase y en las guías de problemas, y un cuestionario de carácter integrador donde se valorarán:

- capacidad individual y afianzada de los conceptos teóricos
- adquisición afianzada de hábitos y técnicas de carácter funcional
- capacidad en el uso y aplicación de los métodos numéricos en algunas operaciones y procesos vinculados con la carrera.

Se adjudicará al alumno una nota o calificación parcial que estará en una escala valorada entre 0 y 10 puntos cualitativamente correlacionada con la escala convencional de la Universidad.

Se promocionará la materia habiendo realizado satisfactoriamente las guías de problemas y aprobado los dos parciales. Se aprobará con el 60 %.

Evaluación complementaria. Cuando no se haya alcanzado un grado satisfactorio global durante la evaluación continua y las evaluaciones parciales, el alumno deberá realizar hasta


Dra. CLAUDIA MARCELA MENDEZ
SECRETARIA CONSEJO DIRECTIVO
Facultad de Ciencias Exactas,
Químicas y Naturales
UNaM


Dra. SANDRA LILIANA GRENON
PRESIDENTE CONSEJO DIRECTIVO
Facultad de Ciencias Exactas,
Químicas y Naturales
UNaM



ANEXO RESOLUCION CD N° 395-23

un máximo de una prueba complementaria. Las mismas serán similares a las evaluaciones parciales con contenido relacionado con los temas que hayan resultado poco satisfactorios.

Evaluación Integrada. En caso de no acogerse al régimen de promoción descrito más arriba o no haber promovido la Asignatura con dicho mecanismo, el alumno podrá promocionar la Asignatura mediante un examen escrito integrador que versará sobre los temas incluidos en las evaluaciones parciales. Esta se realizará en los períodos regulares de mesa de examen establecidos por la autoridad competente, pudiendo dividirse en dos instancias para hacerlo más abordable, una primera de carácter práctico y una segunda de carácter teórico-práctico.

Sistema de Promoción

El sistema de promoción adoptado por la Cátedra se ajusta a las disposiciones reglamentarias vigentes en la Facultad. El sistema dispone de los siguientes elementos de valoración:

- un registro de asistencia
- un registro de aprobación de trabajos prácticos.
- dos pruebas parciales
- una evaluación complementaria

El alumno alcanza la condición de *regular* acreditando:

- el 80% de asistencia a las clases de aplicaciones y ejercitaciones,
- habiendo aprobado los TP de cada unidad y el TP integrador,
- habiendo rendido los exámenes parciales y alcanzando al menos el 50% de los objetivos en cada uno.

El alumno regular promociona la asignatura:

1.- Aprobando las dos pruebas parciales que se fijarán de común acuerdo dentro del calendario académico correspondiente. En caso de no alcanzar un grado satisfactorio en las pruebas se dispondrá de una oportunidad para un máximo de hasta una evaluación complementaria antes del comienzo del siguiente período cuatrimestral. El resultado de la evaluación de cada una de las pruebas parciales o complementarias tendrá asignada una nota entre 0 y 10. Para aprobar las evaluaciones parciales se deberá contestar el cuestionario en forma correcta en un mínimo del 60% (una de ellas eventualmente pueden ser la evaluación complementaria).

2. Aprobando el Examen Final, que consta de una parte práctica y otra teórica-práctica.

a).- Parte práctica: La evaluación será mediante el planteo de un problema de modelización que integra gran parte de los contenidos dictados: balance, linealización, estabilidad, y respuesta temporal.

b).- Parte teórico-práctica: resolución de problemas simples y preguntas sobre los contenidos de las diferentes unidades de la asignatura.

Para aprobar cada parte se deberá resolver y/o contestar cada una en forma correcta en un mínimo del 60%.

Dra. CLAUDIA MARCELA MENDEZ
SECRETARIA CONSEJO DIRECTIVO
Facultad de Ciencias Exactas,
Químicas y Naturales
UNAM

Dra. SANDRA LILIANA GRENON
PRESIDENTE CONSEJO DIRECTIVO
Facultad de Ciencias Exactas,
Químicas y Naturales
UNAM



ANEXO RESOLUCION CD Nº **395-23**

REGLAMENTO DE CÁTEDRA (8)	<p>Tanto los exámenes promocionales parciales como el examen final serán de forma escrita y/o en forma digital por computadora</p> <p>Aprobación de la cátedra por Promoción:</p> <ul style="list-style-type: none">• Parar aprobar el espacio por el régimen de promoción, se deberá cumplimentar:- El 80% de asistencia a las clases teórico-prácticas- Aprobar todos los exámenes parciales presenciales, con calificación superior al 60 % teoría y práctica- Aprobar todos los trabajos prácticos.- Aprobar los recuperatorios definidos con una calificación que supere el 60% de los contenidos solicitados <p><u>Exámenes parciales:</u> dos escritos y/o en computadora según cronograma establecido por la cátedra y debidamente notificado a los estudiantes.</p> <p><u>Recuperatorios:</u> Una instancia al final de la cursada, en la cual se podrá recuperar uno solo de los dos parciales.</p> <p>Aprobación por examen final: Se trata de una evaluación teórico-práctica sobre toda la asignatura que se desarrollará según el calendario definido por secretaría académica. Los alumnos regulares deberán dar cuenta de los contenidos teóricos sobre los cuales versa el espacio y los alumnos libres deberán desarrollar un abordaje teórico práctico que recorre todos los contenidos de la materia.</p>
BIBLIOGRAFIA OBLIGATORIA (9)	<p>En el proceso de educación superior la consulta bibliográfica sustituye al libro de texto y a los apuntes de cátedra como sistema de estudio. Esto contribuye al desarrollo del espíritu crítico en el tema a través de la compatibilización de las diferentes presentaciones de los temas por diferentes autores y al desarrollo de un formalismo propio de los fundamentos, teorías y metodologías. Esto conduce a un aprendizaje autónomo que es sustancial en la investigación y el desarrollo tecnológico.</p> <p>Wayne Bequette, <i>Process Dynamics. Modeling, Analysis and Simulation</i>. Prentice Hill. N: Jersey. (1998).</p> <p>Eronini Umez – Eronini. <i>Dinámica de Sistemas y Control</i>. Thomson. Méjico. (2001).</p> <p>J. Ingham, I. Dunn, E. Heinze, J. Prenosil, J. Snape, <i>Chemical Engineering Dynamics: An Introduction to Modelling and Computer Simulation</i>, Wiley, 3ra ed.(2008)</p> <p>R.M. Felder, R.W. Rousseau, <i>Principios Elementales de Los Procesos Químicos</i>, 3ra Edición – Wiley. (2004).</p>


Dra. CLAUDIA MARCELA MENDEZ
SECRETARIA CONSEJO DIRECTIVO
Facultad de Ciencias Exactas,
Químicas y Naturales
UNaM


Dra. SANDRA LILIANA GRENON
PRESIDENTE CONSEJO DIRECTIVO
Facultad de Ciencias Exactas,
Químicas y Naturales
UNaM





ANEXO RESOLUCION CD Nº 395-23

Bibliografía
Complementaria

Bibliografía por unidad:

Unidad 1: introd modelado. 1, 2, 4, 5, 8, 9, 10, 13, 14, 15, 16, 18, 20, 21, 24, 25, 26.

Unidad 2: dimensional. 4, 23, 11, 1, 20, 13.

Unidad 3: sist lineales. 1, 2, 5, 8, 9, 12, 18, 24.

Unidad 4: t Laplace. 3, 6, 7, 8, 12, 14, 19, 21, 22

Unidad 5: ft primer orden. 1, 2, 3, 4, 7, 9, 10, 12, 14, 18, 20, 21, 24

Unidad 6: ft orden superior. 2, 3, 6, 9, 14, 18, 20, 21, 24

- 1.- Basmadjian, Diran. *The Art of Modeling in Science and Engineering*. Chapman and Hall/CRC. Boca Ratón. (1999)
- 2.- Bequette, B. Wayne. *Process Dynamics. Modeling, Analysis and Simulation*. Prentice Hall. N. Jersey. (1998).
- 3.- N. Gershenfeld, *The Nature of Mathematical Modeling*. Cambridge Univ. Press. (1998).
- 4.- W. L. McCabe, J.C. Smith, P. Harriot. *Operaciones Unitarias en Ingeniería Química*, McGraw-Hill. 7ma Edición. (2007).
- 5.- Chapra, S. C. y Canale, R. P. *Numerical Methods for Engineers*. 2da. edición. McGraw-Hill. N.Y. (1985)
- 6.- D.E. Seborg, T.F. Edgar, D.A. Mellichamp, F.J. Doyle, *Process Dynamics and Control*, Wiley, 4ta Edición. (2016)
- 7.- D. G. Zill, *Ecuaciones diferenciales con aplicaciones de modelado*, Ed. CENAGE Learning. 9na edición. (2009).
- 8.- J.L. Martínez Rodríguez, J. Morales Rodríguez. *Control aplicado con variables de estado*. Ed. Paraninfo. 1ra edición. 2010.
- 9.- Eronini Umez – Eronini. *Dinámica de Sistemas y Control*. Thomson. México. (2001).
- 10.- Gosling, Ian. *Process Simulation and Modeling for Industrial Bioprocessing*. Industrial Biotechnology. Vol 1, No. 2 (2005) Gen. Pub. Ing.
- 11.- Himmelblau, David M. *Basic Principles and Calculations in Chemical Engineering*. 6th. Ed. Prentice Hall. N. Jersey. (1996).
- 12.- M. Golubitsky, M. Dellnitz, *Algebra lineal y ecuaciones diferenciales con Matlab*, Thomson, learning (2001)
- 13.- R.M. Felder, R.W. Rousseau, *Principios Elementales de Los Procesos Químicos*, 3ra Edición – Wiley. (2004).
- 14.- J. Ingham, I. Dunn, E. Heinzle, J. Prenosil, J. Snape, *Chemical Engineering Dynamics: An Introduction to Modelling and Computer Simulation*, Wiley, 3ra ed. (2008)
- 15.- B. Roffel, B. Bettlem. *Process Dynamics and Control: Modeling for Control and Prediction*, Wiley. (2007).
- 16.- F. Tiscareño Lechuga. *ABC para comprender Reactores Químicos con Multireacción*. Ed. Reverté. (2012).
- 17.- Lyshevski, Sergei E. *Engineering and Scientific Computations Using Matlab*. Wiley-Interscience. N. Jersey. (2003)
- 18.- Lyuben, William L. *Process Modelling, Simulation and Control for Chemical Engineering*. 2nd. Ed. Mc Graw-Hill Inc. N. York. (1990).
- 19.- R.K. Nagle, E.B. Saff, A.D. Snider. *Ecuaciones diferenciales y problemas con valores en la frontera*. Ed. Pearson. 4ta Edición. (2005).
- 20.- J.R. Welty, C. E. Wicks, *Fundamentos de Transferencia de Momento, Calor y Masa*, Wiley, (2014).
- 21.- K. Ogata. *Dinámica de Sistemas*. Prentice Hall Hispanoamericana SA, México 1987.
- 22.- Spiegel, M. R. *Transformadas de Laplace*. McGraw-Hill. México. (1970)
- 23.- Szirtes, Thomas. *Applied Dimensional Analysis and Modeling*. CRC Press. N. York. (1998).
- 24.- Vu, Heung V y Ramin S. Esjandari. *Dynamic Systems, Modeling and Analysis*. Mc Graw-Hill. N. York. (1997).
- 25.- J. Costa Lopez, S. Cervera Marchi, F. Cunill Garcia, S. Esplugas Vidal, C. Mans Teixido, J. Mata Alvarez. *Curso de Ingeniería Química*, Ed. Reverté. (2004).
- 26.- K. Ogata, *Ingeniería de control moderna*, Ed. Pearsons. (2010).

Dra. CLAUDIA MARCELA MENDEZ
SECRETARIA CONSEJO DIRECTIVO
Facultad de Ciencias Exactas,
Químicas y Naturales
UNaM

Dra. SANDRA LILIANA GRENON
PRESIDENTE CONSEJO DIRECTIVO
Facultad de Ciencias Exactas,
Químicas y Naturales
UNaM