

Rosario, 18 de marzo de

VISTO, la Resolución del Consejo Departamental de Ingeniería Química N° C mediante la cual proponen la modificación del programa analítico de la Asignatura Ele "Aplicación de Programación Matemática para la Optimización de Procesos y Sistern elevando la carga horaria de la misma de tres (3) horas a cuatro (4) horas semanales dictado en forma anual, y

CONSIDERANDO

Que dicha modificación permitiría abarcar la totalidad del programa propuesto, comc también, lograr un dictado más eficiente que facilite la asimilación de los contenidos por p de los alumnos.

Que la Comisión de Enseñanza evaluó la propuesta y aconseja su aprobación.

Por ello y atento a las atribuciones otorgadas por el artículo 85° del Estatuto Universit

**EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD REGIONAL ROSARIO
DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL**

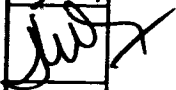
RESUELVE:

ARTÍCULO 1°.- Modificar el programa analítico de la Asignatura Electiva "Aplicación Programación Matemática para la Optimización de Procesos y Sistemas", elevando la ca horaria de la misma de tres (3) horas a cuatro (4) horas semanales y su dictado en forma an tal como se detalla en el Anexo I de la presente Resolución.

ARTÍCULO 2°.- Regístrese. Comuníquese. Cumplido, archívese.

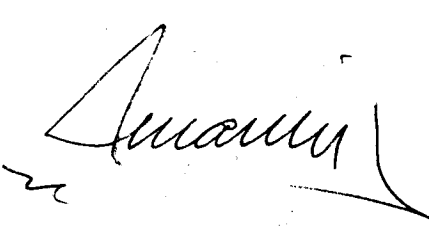
RESOLUCIÓN N° 032/2008

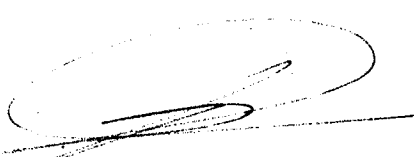
UTN
FAC. REG. ROS.



ERMA HAYDÉE BARRA
JEFE DEP. AREA DE ENTRADAS

ES COPIA FIEL DEL ORIGINAL


Ing. Rubén F. CICCARELLI
Decano


Ing. Mateo RODRÍGUEZ VOLTÁ
Secretario Académico

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL ROSARIO
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA
ÁREA INFORMÁTICA APLICADA A LA INGENIERÍA QUÍMICA**

PROGRAMA ANALÍTICO DE LA ASIGNATURA: Aplicación de Programación Matemática para el Diseño y Optimización de Procesos y Sistemas.

PLAN DE ESTUDIOS ORDENANZA N°: 1028

NIVEL DE IMPLEMENTACIÓN: 5^{to}.

HORAS SEMANALES: 4 hs.

DICTADO: Anual

MODALIDAD: Presencial

CORRELATIVIDADES

Para cursar:

Materias aprobadas: **Integración III,**

Materia regularizada: **Matemática Superior Aplicada, Integración IV, Operaciones Unitarias I y II.**

Para rendir:

Materias aprobadas: **Integración III, Matemática Superior Aplicada, Integración IV, Operaciones Unitarias I y II.**

PROFESORES:

Dr. Ing. Qca. Miguel C. Mussati y Dr. Ing. Qca. Sergio F. Mussati

DIRECTOR DE DEPARTAMENTO: Ing. Hector Garibaldi

OBJETIVOS GENERALES DE LA ASIGNATURA:

- Introducir al estudiante a la optimización de procesos y sistemas basada en modelos fenomenológicos determinísticos usando técnicas de programación matemática.
- Lograr que el estudiante desarrolle habilidad para formular problemas de optimización e identificar las técnicas de resolución según la naturaleza y características del sistema (proceso, fenómeno) que se modela.
- Familiarizar al estudiante con las herramientas informáticas específicas para la implementación y solución de modelos de optimización.
- Mostar al estudiante la utilidad, flexibilidad y ductilidad de la metodología y herramienta de modelado y optimización de propósito general mediante la resolución de casos de estudio en distintas áreas de la ingeniería (química, mecánica, en construcciones, eléctrica).
- Aplicar aspectos conceptuales y prácticos previamente adquiridos por el estudiante para la derivación de modelos y problemas de optimización con nivel de detalle creciente (modelos agregados, simplificados, rigurosos).

- Abarcar temas complementarios a los desarrollados durante la carrera, especialmente, en Integración IV e Integración V y la orientación Informática Aplicada a la Ingeniería de Procesos.

FUNCIÓN DE LA ASIGNATURA EN EL PLAN DE ESTUDIOS: Esta asignatura pretende que el estudiante se familiarice con metodologías y herramientas avanzadas de modelado, simulación y optimización de propósito general basadas en técnicas de programación matemática. *Se pondrá especial atención en la resolución de casos de estudio y aplicaciones concretas.* No obstante se abordarán aspectos teóricos subyacentes.

Esta materia pretende que el profesional en formación asimile el concepto de que la optimización algorítmica de procesos y sistemas, basada en funciones objetivo económicas y/o energéticas con restricciones, es una herramienta poderosa para su trabajo profesional y su rol como tal en la sociedad.

La formulación, derivación y resolución de modelos realizadas por el propio estudiante le permitirá ganar habilidad y agudizar su criterio práctico para el planteamiento y validación de hipótesis que capturen la naturaleza del fenómeno que se estudia para su optimización; es decir, entender el compromiso que existe entre modelos detallados o rigurosos y su factibilidad de solución, o modelos simplificados de fácil solución pero que enmascaran fenómenos presentes, y el rango de validez de la solución óptima obtenida.

CONTENIDOS:

Parte I: Aspectos teóricos de optimización lineal y no-lineal

- **Conjuntos convexos y funciones convexas.** Propiedades básicas de las funciones convexas.
- **Programación matemática lineal LP.** Optimización lineal con restricciones de desigualdad. Introducción y formulación del problema. Teoremas básicos de la programación lineal. Generación de soluciones. Método del simplex: formas geométrica y algebraica. Técnica de las variables artificiales: métodos de las penalizaciones y método de las dos fases. Forma revisada del método simplex. Implementación y solución de modelos en GAMS.
- **Programación matemática no-lineal NLP.** Problemas con restricciones de igualdad. Introducción y formulación del problema. Condiciones de existencia de extremos. Multiplicadores de Lagrange. Problemas con restricciones de igualdad y desigualdad. Introducción y formulación del problema. Condiciones de Kuhn-Tucker. Algoritmos de optimización: Búsqueda en la línea por ajuste de curvas. Método del gradiente conjugado. Métodos tipo quasi-Newtons. Métodos de penalización. Métodos de multiplicadores de Lagrange. Método del gradiente reducido. Método de proyección del gradiente. Implementación y solución de modelos en GAMS.
- **Programación matemática mixta entera lineal MILP.** Introducción y formulación del problema. Metodología de solución. Implementación y solución de modelos en GAMS.
- **Programación matemática mixta entera no lineal MINLP.** Introducción y formulación del problema. Metodología de solución. Implementación y solución de modelos en GAMS.

Parte II: Aplicaciones clásicas y en ingeniería.

➤ **Programación lineal LP.**

Transporte. Planificación de producción. Dieta. Flujo en red. Vigas y cuerdas. Suministro económico de centrales termogeneradoras.

➤ **Programación mixta entera lineal MILP.**

Localización de plantas productoras. Programación de centrales térmicas generadoras de electricidad.

➤ **Programación no lineal NLP.**

Diseño óptimo de plantas batch incluyendo destilación azeotrópica (planta para recuperación de alcohol isopropílico de la industria farmacéutica). Optimización de la operación de sistemas de tratamiento de efluentes para eliminación de nitrógeno por barros activados.

➤ **Programación mixta entera no lineal MINLP.**

Síntesis óptima y optimización de la operación de sistemas para reducción de las emisiones. Caso de estudio: Planta de tratamiento de efluentes para eliminación de nitrógeno por barros activados / Síntesis, diseño y optimización de la operación de sistemas duales para la generación de calor y potencia. Caso de estudio: Sistemas para desalinización de agua de mar por sistema doble propósito incluyendo turbinas de gas.

➤ Otras aplicaciones. Selección de casos de estudios a convenir con los estudiantes de acuerdo a necesidades y/o intereses.

FORMA DE EVALUACIÓN: El estudiante deberá elaborar y exponer un trabajo en el que mostrará la derivación e implementación de un modelo y la aplicación de la técnica de optimización a una situación de la práctica profesional. En la evaluación del trabajo se tendrá en cuenta la metodología utilizada, la aplicación práctica y la exposición realizada.

BIBLIOGRAFÍA:

- Biegler L., I. Grossmann, A. Westerberg. *Systematic methods of chemical process design*. 1997. ISBN: 0134924223.
- Brooke A, Kendrick D, Meeraus A. *GAMS-A user's guide, release 2.25*. The Scientific Press: South San Francisco, CA., 1992.
- Drud A.S. *CONOPT: A system for large scale non-linear optimization, reference manual for CONOPT subroutine library*. ARKI Consulting and Development A/S: Bagsvaerd, Denmark, 1996.
- Mussati M., P. Aguirre, J. Espinosa and O. Iribarren. *Optimal design of azeotropic batch distillation*. (en prensa). AIChE Journal. Editorial: John Wiley & Sons Inc, Hoboken, USA. ISSN: 0001-1541.
- Mussati M., S. F. Mussati, N. Alasino, P. Aguirre and N. Scenna. *Optimal synthesis of activated sludge wastewater treatment plants for nitrogen removal*. Proceedings of 2nd Mercosur Congress on Chemical Engineering y 4th Mercosur Congress on Process Systems Engineering - Universidad Federal de Río de Janeiro, Brasil. 14-18 Agosto, 2005.
- Mussati S., P. Aguirre, N. Scenna. *A rigorous, mixed-integer, nonlinear programming model (MINLP) for synthesis and optimal operation of cogeneration seawater desalination plants*. Desalination Journal; 2004; 166; 339-345
- Mussati S., P. Aguirre, N. Scenna. *Novel configuration for a multistage flash-mixer desalination system*. Ind. Eng. Chem. Res.; 2003; 42(20); 4828-4839.
- Mussati, S.F. *Síntesis y Diseño de Sistemas de Desalinización de Agua de Mar por Sistema Doble Propósito Incluyendo Turbinas de Gas*; (2003) Tesis de Doctorado en Ingeniería Química, Universidad Nacional del Litoral; Santa Fe.
- *Página web de General Algebraic Modeling System (GAMS)* <http://www.gams.com/>