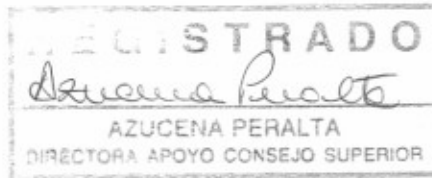




*Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología*  
*Universidad Tecnológica Nacional*  
*Rectorado*



## **APRUEBA CURSOS DE POSGRADO DE ACTUALIZACIÓN**

San Rafael, 10 de octubre de 2007

VISTO la solicitud de aprobación y autorización de implementación de los cursos de posgrado de actualización en el área de Modelado y Diseño Avanzado de Procesos: "Modelado, simulación y síntesis de procesos"; "Síntesis y diseño de procesos utilizando programación matemática" y "Modelado y control avanzado de procesos", presentada por la Facultad Regional Rosario, y

### **CONSIDERANDO:**

Que los cursos propuestos constituyen una oferta de actualización de conocimientos para los docentes y graduados de la especialidad en Ingeniería Química.

Que la Facultad Regional Rosario cuenta con un plantel de profesores de elevado nivel académico y profesional, además de una prolongada y amplia experiencia en el dictado de cursos y seminarios vinculados a las temáticas propuestas.

Que la Comisión de Posgrado de la Universidad ha analizado los antecedentes que acompañan la solicitud y avala la presentación.

Que la Comisión de Enseñanza recomienda la aprobación de la presente Ordenanza.

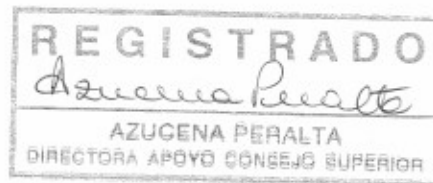
Que el dictado de la medida se efectúa en uso de las atribuciones otorgadas por el Estatuto Universitario.

Por ello,

  
**EL CONSEJO SUPERIOR DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL**



Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado



ORDENA:

ARTÍCULO 1°.- Aprobar las currículas de los cursos de posgrado de actualización "Modelado, simulación y síntesis de procesos"; "Síntesis y diseño de procesos utilizando programación matemática" y "Modelado y control avanzado de procesos", correspondientes al área de Modelado y Diseño Avanzado de Procesos, que figuran en el Anexo I y es parte integrante de la presente Ordenanza.

ARTÍCULO 2°.- Autorizar el dictado de los mencionados cursos en la Facultad Regional Rosario con el Cuerpo Docente que figura en el Anexo II y es parte integrante de la presente Ordenanza.

ARTÍCULO 3°.- Regístrese. Comuníquese y archívese.

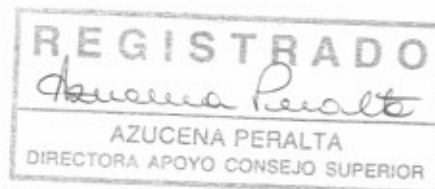
ORDENANZA N° 1160

ing. HECTOR CARLOS BROTO  
RECTOR

ing. JOSE MARIA VIRGILI  
Secretario Académico y de Placements



*Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología*  
*Universidad Tecnológica Nacional*  
*Rectorado*



**ORDENANZA N° 1160**

**ANEXO I**

**CURSOS DE POSGRADO DE ACTUALIZACIÓN  
EN EL ÁREA DE MODELADO Y DISEÑO AVANZADO DE PROCESOS**

**FUNDAMENTOS DEL ÁREA TEMÁTICA**

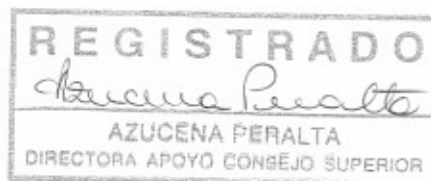
La industria química ha sobrellevado cambios muy significativos durante las últimas décadas, debido al costo creciente de la energía, y al aumento de las normas y leyes ambientales cada vez más estrictas. En consecuencia, para reducir costos, satisfacer las especificaciones y exigencias del mercado y las restricciones impuestas, se han modificado las condiciones de operación y los procedimientos de síntesis y diseño de las plantas químicas, poniéndose mayor énfasis en el mejoramiento de la eficiencia y aumento de la productividad de las plantas existentes que en su ampliación.

Por otra parte los procesos de toma de decisiones, tanto a nivel intermedio como gerencial, se han tecnificado y sofisticado, debido a la complejidad de los factores y el número creciente de variables necesarias de tener en cuenta y la enorme cantidad de alternativas posibles. En un mundo de alta competencia, factores de marketing, calidad, regulaciones ambientales, etc., es crucial disponer de herramientas cada vez más complejas para la supervivencia de la empresa.

En este sentido, el dominio de temas como programación lineal, programación no lineal, programación entera, modelado y simulación de procesos y el control óptimo de procesos, estarán indefectiblemente ligados al quehacer profesional del ingeniero, independientemente de su rol en la empresa (producción, calidad, proceso, control y gerenciamiento, ventas, etc.).



*Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología*  
*Universidad Tecnológica Nacional*  
*Rectorado*



Para responder a la necesidad permanente de actualización, se presentan una serie de tres cursos de posgrado, que se relacionan entre sí a través del área de referencia: *Modelado y Diseño Avanzado de Procesos*.

## **I. MODELADO, SIMULACIÓN Y SÍNTESIS DE PROCESOS**

### ***Fundamentos***

El diseño de procesos químicos complejos, su simulación para calcular los balances de materia y energía, y la optimización tanto estructural como operativa conforman un área de conocimiento que ha crecido en forma sostenida en las últimas décadas. Se necesita de conocimientos básicos acerca de métodos numéricos, de modelado de procesos, de estrategias computacionales y algorítmicas, de programación e implementación computacional, entre otras; para lograr el diseño y la implementación de herramientas eficientes que permitan lograr dicha tarea.

### ***Justificación***

La simulación y modelado computacional de procesos complejos de ingeniería química demanda herramientas que requieren sofisticación y elevada capacidad en recursos computacionales. La necesidad de potenciar los conocimientos de modelado de procesos junto con la habilidad de seleccionar o incluso implementar adecuadas herramientas para la simulación y síntesis de procesos químicos complejos es en la práctica de la ingeniería moderna una necesidad indiscutible.

### ***Objetivos***

*Objetivos Generales:*

Lograr que el alumno adquiera:



*Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología*  
*Universidad Tecnológica Nacional*  
*Rectorado*



- Una comprensión conceptual y sistemática del diseño avanzado de procesos químicos, considerando la reducción del impacto ambiental adverso y el mejoramiento de la sustentabilidad del proceso.
- Un amplio panorama de las aplicaciones informáticas en el diseño avanzado de procesos químicos.
- El manejo de los utilitarios existentes y desarrollo de habilidades para lograr implementaciones propias.
- Capacidad para relacionar conceptos provenientes del área de Ingeniería de procesos, modelado, optimización, síntesis y diseño, simulación e informática; a los efectos de encarar y resolver problemas concretos

*Objetivos específicos:*

Comprender, manejar y crear herramientas para el modelado, simulación, y síntesis heurística de procesos

**Contenidos Mínimos**

*Unidad I*

Naturaleza del Diseño de Procesos y su Integración. Intensificación de procesos. Etapas en la tarea de diseño. Lazo: diseño (síntesis)-análisis-optimización. Enfoques a la tarea de diseño. Enfoque jerárquico. Formulación del Problema de Diseño. Enfoque Heurístico, Evolucionario, Termodinámico y Algorítmico. Ejemplos de Aplicación

*Unidad II*

Análisis numérico. Introducción a los métodos matemáticos para la resolución de sistemas de ecuaciones algebraicas más usuales utilizados en el diseño de procesos químicos. Introducción a los métodos matemáticos para la resolución de sistemas de ecuaciones diferenciales más usuales utilizados en el diseño de procesos químicos.





*Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología*  
*Universidad Tecnológica Nacional*  
*Rectorado*



Modelos de equipos de proceso. Modelos de plantas completas. Simulación de procesos. Simulación estacionaria. Simulación Dinámica. Ejemplos de Aplicación.

***Duración***

CUARENTA Y CINCO (45) horas presenciales.

***Metodología***

Las clases serán de carácter teórico-expositivo y se prevé la realización de actividades prácticas que contemplarán la utilización de herramientas apropiadas para la simulación y síntesis de procesos.

***Evaluación y promoción***

Para poder lograr la acreditación del curso de posgrado, es necesario contar con el 80% de asistencia a las clases y aprobar los trabajos prácticos previstos. Se exigirá además, la aprobación de un examen final individual.

**II. SÍNTESIS Y DISEÑO DE PROCESOS UTILIZANDO PROGRAMACIÓN MATEMÁTICA**

***Fundamentos***

El diseño de procesos químicos complejos y la optimización tanto estructural como operativa conforman un área de conocimiento que ha crecido en forma sostenida en las últimas décadas. Para la profunda comprensión de la temática se requieren conocimientos básicos acerca de métodos numéricos, modelado de procesos, estrategias computacionales y algorítmicas, de programación e implementación computacional, entre otras.



*Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología*  
*Universidad Tecnológica Nacional*  
*Rectorado*



### **Justificación**

El modelado de procesos complejos de ingeniería química con vistas a la síntesis de la estructura o de las variables operativas, demanda herramientas que requieren sofisticación y elevada capacidad de cálculo y de recursos computacionales. La necesidad de potenciar los conocimientos de modelado de procesos junto con la habilidad de seleccionar o incluso implementar adecuadas herramientas para la síntesis de procesos químicos complejos utilizando programación matemática resulta fundamental en la práctica de la ingeniería moderna.

### **Objetivos**

#### *Objetivos Generales:*

Lograr que el alumno adquiera:

- Un amplio panorama de las aplicaciones informáticas en el diseño avanzado de procesos químicos.
- Capacidad para relacionar conceptos provenientes del área de Ingeniería de procesos, modelado, optimización, síntesis y diseño, simulación e informática; a los efectos de encarar y resolver problemas concretos
- El manejo de los utilitarios existentes y desarrolle habilidades para el desarrollo propio.

#### *Objetivos específicos*

Comprender, manejar y crear herramientas para el modelado y la síntesis de procesos por medio de programación matemática.

### **Contenidos Mínimos**

#### *Unidad I*

Programación Matemática. Optimización. Problemas NLP. Problemas MINLP. Técnicas de optimización: Su aplicación a la tarea de diseño de procesos. Herramientas para la



*Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología*  
*Universidad Tecnológica Nacional*  
*Rectorado*



resolución de problemas de optimización de procesos químicos. Ejemplos de Aplicación.  
Software específico habitualmente utilizado para simulación de procesos.

#### *Unidad II*

Diseño de Procesos Químicos. Métodos de síntesis de procesos e integración de procesos. Síntesis de procesos químicos. Modelado de procesos. Métodos Sistemáticos. Superestructuras. Resolución de problemas NLP. Implementación y solución de modelos en GAMS. Resolución de problemas MINLP. Introducción y formulación del problema. Metodología de solución. Implementación y solución de modelos en GAMS.

Ejemplos de Aplicación. Software específico habitualmente utilizado en la programación matemática

- 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.

#### **Duración**

CUARENTA Y CINCO (45) horas presenciales.

#### **Metodología**

Las clases serán de carácter teórico-expositivo y se prevé la realización de actividades prácticas que contemplarán la utilización de herramientas apropiadas para la síntesis de procesos.





*Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología*  
*Universidad Tecnológica Nacional*  
*Rectorado*



### **Evaluación y promoción**

Para poder lograr la acreditación del curso de posgrado, es necesario contar con el 80% de asistencia a las clases y aprobar los trabajos prácticos previstos. Se exigirá además, la aprobación de un examen final individual.

### **III. MODELADO Y CONTROL AVANZADO DE PROCESOS**

#### **Fundamentos**

El problema del control óptimo de procesos químicos es muy complejo. Más aún aplicado a problemas concretos industriales. Además, deben contemplarse herramientas computacionales que permitan modelar el proceso y a la vez resolver el problema de control óptimo. Se requieren conocimientos básicos de métodos numéricos, de modelado de procesos, de estrategias computacionales y algorítmicas, de programación e implementación computacional, entre otras.

#### **Justificación**

El modelado de procesos complejos de ingeniería química con vistas a la simulación y/o diseño de herramientas avanzadas para el control de procesos, demanda herramientas que requieren sofisticación y elevada capacidad de cálculo y de recursos computacionales. En las últimas décadas se vislumbra un avance importante en la implementación de adecuadas herramientas para el control avanzado de procesos químicos complejos.

#### **Objetivos**

- Lograr una visión actualizada del problema de control de procesos químicos con un enfoque moderno.



Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado



- Enlazar y coordinar conceptos provenientes del área de Ingeniería de procesos, modelado, optimización, síntesis y diseño, simulación e informática; a los efectos de encarar y resolver problemas concretos
- Abarcar temas complementarios a los desarrollados durante la carrera de grado, en el área específica del curso.

### **Contenidos Mínimos**

#### *Unidad I*

Control de procesos. Necesidad de compatibilizar las etapas de modelado, diseño y simulación con el control de los efectos dinámicos de los procesos. Criterios de optimización comunes al diseño en equilibrio (optimización estática) con los procesos que se apartan del equilibrio (optimización dinámica, ejs.: arranque y parada de plantas, procesos batch). Sistemas de control en variable de estado. Dinámica del sistema, equilibrios, controlabilidad, observabilidad, feedback, estabilidad y estabilización, problema del regulador lineal-cuadrático óptimo (LQR) y ecuaciones de Riccati, tracking.

#### *Unidad II*

Avances sobre control óptimo de procesos. Sistemas no lineales. Ecuaciones de Hamilton, ecuación de Hamilton-Jacobi-Bellman, ecuaciones generalizadas de Riccati en derivadas parciales y su simplificación en el caso de costo final cuadrático. Control de cambios de set-point en presencia de alinealidades, ruido en las señales e incertidumbres en los parámetros del modelo. *Ejemplos de Aplicación. Software específico habitualmente utilizado para simulación y control de procesos. Simulink, Matlab.*

### **Carga Horaria**

CUARENTA Y CINCO (45) horas presenciales.



*Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología*  
*Universidad Tecnológica Nacional*  
*Rectorado*



### **Metodología**

Las clases serán de carácter teórico-expositivo y se prevé la realización de actividades prácticas que contemplarán la utilización de herramientas apropiadas.

### **Evaluación y Promoción**

Para poder lograr la acreditación del curso de posgrado, es necesario contar con el 80% de asistencia a las clases y aprobar los trabajos prácticos previstos. Se exigirá además, la aprobación de un examen final individual.

-----



*Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología*  
*Universidad Tecnológica Nacional*  
*Rectorado*



**ORDENANZA N° 1160**

**ANEXO II**

**CURSOS DE POSGRADO DE ACTUALIZACIÓN  
EN LA FACULTAD REGIONAL ROSARIO**

**I. MODELADO, SIMULACIÓN Y SÍNTESIS DE PROCESOS**

***Cuerpo Académico***

**- Nicolás SCENNA**

Ingeniero Químico, Universidad Tecnológica Nacional

Doctor en Ingeniería Química, Universidad Nacional del Litoral.

Investigador Principal del CONICET.

Profesor en Universidad Tecnológica Nacional.

Categoría I de docente investigador en Programa de Incentivos.

Director del Área de Posgrado, Facultad Regional Rosario, Universidad Tecnológica Nacional.

Miembro del Banco de Evaluadores del CIN y de CONICET.

Dirección de Tesis de Posgrado.

Miembro de Jurado de Tesis de Posgrado.

**- Sonia BENZ**

Ingeniera Química, Universidad Tecnológica Nacional

Doctora en Ingeniería Química, Universidad Nacional del Litoral.

Profesora de grado y posgrado en Universidad Tecnológica Nacional.

Categoría III de docente investigador en Programa de Incentivos.

Dirección de tesis de grado y posgrado.



*Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología*  
*Universidad Tecnológica Nacional*  
*Rectorado*

- Alejandro SANTA CRUZ

Licenciado en Física, Universidad Nacional de Rosario.

Doctor en Tecnología Química, Universidad Nacional del Litoral.

Profesor en Universidad Tecnológica Nacional.

Dirección de Proyectos de Investigación.

## II. SÍNTESIS Y DISEÑO DE PROCESOS UTILIZANDO PROGRAMACIÓN MATEMÁTICA

### **Cuerpo Académico**

- Nicolás SCENNA

- Sonia BENZ

- Miguel MUSSATI

Ingeniero Químico, Universidad Tecnológica Nacional.

Doctor en Ingeniería Química, Universidad Nacional del Litoral.

Posdoctorado en Departamento en Ingeniería Química, Universidad Técnica de  
Dinamarca.

Investigador Asistente de CONICET.

Profesor en Universidad Tecnológica Nacional.

Dirección de becarios.

- Sergio MUSSATI

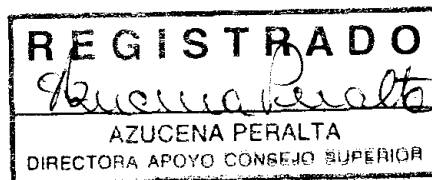
Ingeniero Químico, Universidad Tecnológica Nacional.

Doctor en Ingeniería Química, Universidad Nacional del Litoral.

Posdoctorado en Instituto Técnico de Energía, Universidad Técnica de Berlín,  
Alemania.



*Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología*  
*Universidad Tecnológica Nacional*  
*Rectorado*



Investigador Asistente del CONICET.

Profesor en Universidad Tecnológica Nacional.

### III. MODELADO Y CONTROL AVANZADO DE PROCESOS

#### **Cuerpo Académico**

- Vicente COSTANZA

Ingeniero Químico, Universidad tecnológica Nacional.

Doctor en Ingeniería Química

Investigador Independiente del CONICET

Profesor Titular en Universidad Nacional del Litoral.

Dirección de tesis de grado y posgrado.

Dirección de becarios.

Miembro de jurado de tesis de posgrado.

-----