



Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

APRUEBA CURSO DE POSGRADO DE ACTUALIZACIÓN

Buenos Aires, 28 de junio de 2007

VISTO la presentación de la Facultad Regional Mendoza, a través de la cual solicita la aprobación y autorización de implementación del Curso de Posgrado de Actualización "Modelación Científica", y

CONSIDERANDO:

Que el Curso propuesto responde a la necesidad de brindar a docentes y graduados de la Universidad herramientas de modelación y simulación de sistemas como una metodología para comprender el funcionamiento de los sistemas.

Que la Facultad Regional Mendoza 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 al propuesto.

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 su aprobación.

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

Por ello,


EL CONSEJO SUPERIOR UNIVERSITARIO DE LA
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

ORDENA:



Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



ARTÍCULO 1°.- Aprobar el currículo del Curso de Posgrado de Actualización "Modelación Científica", que figura en el Anexo I y es parte integrante de la presente Ordenanza.

ARTÍCULO 2°.- Autorizar el dictado del mencionado Curso en la Facultad Regional Mendoza 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° 1143

Ing. HECTOR CARLOS BROETTO
RECTOR

Ing. JOSE MARIA VIRGILI
Secretario Académico y de Planeamiento



Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



ORDENANZA Nº 1143

ANEXO I

CURSO DE POSGRADO DE ACTUALIZACIÓN

“MODELACIÓN CIENTÍFICA”

1. JUSTIFICACIÓN

Es necesario que el futuro ingeniero sepa interpretar la observación de la realidad de los fenómenos físicos en forma segura a través de modelos matemáticos y pueda elaborar programas de simulación correspondientes a cada modelo. La modelación y simulación de sistemas, no sólo puede verse como una herramienta de cálculo y/o predicción de escenarios futuros posibles, sino también como una metodología para comprender el funcionamiento de los sistemas.

2. OBJETIVOS

Objetivos generales

El alumno debe poder estudiar, analizar sistemas dinámicos lineales y no lineales y predecir el comportamiento de los mismos en situaciones diversas a las observadas. Para ello deberá estar en condiciones de elaborar modelos matemáticos y traducirlos en simulaciones computacionales adecuados. Deberá conocer los distintos sistemas a partir de un grupo de paradigmas de simulación. Decidir cuál será el análisis más conveniente tanto para sistemas continuos como discretos. Será importante distinguir claramente los parámetros y las variables que intervienen, estimando los márgenes de incertidumbre y el rango de sensibilidad de las variables. Finalmente se espera que el alumno sea capaz de simular un sistema a partir de la observación de la



Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

realidad y predecir su comportamiento futuro para diversos escenarios, usando un lenguaje propio o a través de software específico.

Objetivos específicos

Comprender y simular sistemas continuos estacionarios.

Analizar, modelar y simular procesos dinámicos continuos.

Desarrollar la capacidad de abstracción para sintetizar en un modelo el problema a resolver, usando su propio lenguaje de programación o utilizando software específico.

Describir el comportamiento de los Sistemas utilizando modelos matemáticos.

Utilizar la simulación de Sistemas con herramienta para anticipar la información para la toma de decisiones.

Evaluar los resultados de experimentos de Simulación.

3. CONTENIDOS MÍNIMOS

I) Paradigmas de la Modelación

Paradigmas de la simulación. Conceptos básicos de señales, sistema, modelo y simulación. Aplicaciones típicas e importancia de la simulación. Ventajas y desventajas de la simulación. Simulación como modelado de sistemas.

II) Sistemas y Modelos

Señales continua o analógica, cuantificada, muestreada y digital. Definición de sistema y modelo. Clasificación: estacionario o dinámico, determinístico o estocástico, continuo o discreto, lineal o no lineal, parámetros concentrados o distribuidos, modelos físicos, teoría de la caja negra, modelos de estado.



Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

Diagrama de bloque de un sistema: entidades, atributos, eventos, variables de entrada, variables de estado, variables de salida, parámetros y perturbaciones.

Propiedades de los sistemas. Principios de linealidad y superposición.

III) Formulación de Modelos Simples

Etapas para realizar una simulación. Factores a analizar en una simulación.

Definición del problema. Definición, pasos involucrados en la simulación de un sistema, evaluación del modelo de simulación, validación, diseño de experimentos de simulación, análisis de resultados. Condiciones iniciales y de contorno. Tratamiento analítico o numérico de los resultados. Condiciones iniciales y de contorno. Tratamiento analítico o numérico de un modelo matemático.

Nivel de abstracción: nivel de detalle u operacional, nivel intermedio o táctico, nivel alto o estratégico. Paradigmas o tipos de simulación: sistemas dinámicos, dinámica de los sistemas de eventos discretos y sistemas basados en agentes. Ventajas, desventajas y riesgos de la simulación. La simulación en comparación con las soluciones analíticas.

IV) Simulación de sistemas continuos

Conceptos básicos sobre la simulación continua de sistemas. Métodos de integración. Ventajas y desventajas. Sistemas de primer orden. Sistemas de segundo orden. Variables de estado. Retrasos y realimentación. Diagramas causales, representación temporal de funciones, ecuaciones, codificación.

Diagramas de Forrester: elementos, reglas para la formación de los diagramas, construcción, ejemplos. Avance del tiempo de simulación, ecuaciones de nivel y tasas. Modelos de crecimiento y decrecimiento exponencial. Lenguajes de Simulación de sistemas continuos (VENSIM, STELLA, otros).



Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



Análisis de sistemas lineales y no lineales mediante lenguajes de simulación: oscilador lineal sin amortiguamiento. Oscilador lineal con/sin amortiguamiento. Modelos de población. Modelos ecológicos evolutivos: ecuación logística, ecuación de Lokta Volterra. Estabilidad. Diagramas de fase.

V) Control y aptitud de un modelo

Generación de números aleatorios: Métodos congruenciales, pruebas estadísticas para comprobar la aleatoriedad de la sucesión. Técnicas de Montecarlo: método de la transformada inversa, método de la composición, método del rechazo, generación de variables estocásticas de distribuciones continuas y discretas de probabilidad. Muestreo estratificado.

Control y aptitud de un modelo: fuentes de incertidumbre de un modelo, objetos del análisis de incertidumbre y sensibilidad. Métodos para el análisis de incertidumbre. Superficie de respuesta. Métodos para el análisis de sensibilidad: coeficientes de correlación parcial, coeficientes de regresión estándar.

Ajuste de curvas: métodos de regresión lineal, polinómica y múltiple, coeficiente de determinación y correlación. Test de hipótesis, ensayos de una parte de la población. Análisis de varianzas: ANOVA. Prueba de calidad del ajuste: Chi-cuadrado, Chi-cuadrado con probabilidades iguales, Kolmogorov-Smirnov. Presentación de los resultados. Calibración y validación de los resultados. Alcances e interpretación de los resultados.

4. PROGRAMA DE TRABAJOS PRÁCTICOS

- Construcción de generadores de números pseudoaleatorios.
- Simulación de sistemas estáticos. Desarrollo de aplicaciones.



Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

- Análisis de las salidas y experimentación con modelos simples.
- Simulación de sistemas continuos. Desarrollo de aplicaciones en sistemas de control, modelos de ecología.

TRABAJO PRÁCTICO N° 1: Generación de números aleatorios. Técnicas para generar números aleatorios uniformes y no uniformes. Prueba de validez de números pseudos-aleatorios. Generación de distribuciones típicas y arbitrarias. El alumno deberá escribir su propio programa computacional, presentar los gráficos de distribuciones y comprobaciones apropiadas.

TRABAJO PRÁCTICO N° 2: Resolución de un modelo simple continuo y dinámico. Establecer las etapas en la formulación de un modelo. Determinar el modelo verbal, modelo matemático formal. Resolver usando ecuaciones diferenciales, integrales y variables de estado. Resolución de un sistema de segundo grado. Oscilador lineal con amortiguación. Masa-resorte-amortiguador, circuito RCL, sistema poblacional simple, sistema poblacional con estratificación etárea. Sistema presa-predador. El alumno deberá escribir su propio programa computacional y graficar los resultados.

TRABAJO PRÁCTICO N° 3: Resolución de un modelo simple usando la dinámica de los sistemas. Se empleará el programa computacional VENSIM. Se reprogramarán los casos del práctico 2 y se compararán los resultados. Resolución de un caso de inventario de almacenes. Modelo poblacional. Modelo ecológico presa-predador. Se analizarán los efectos del retardo y realimentación en la estabilidad del sistema. Resolución de sistemas oscilatorios caóticos, diagramas de fases.

5. DURACIÓN

SESENTA (60) horas, las cuales incluyen clases teóricas y prácticas.



Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

6. METODOLOGÍA

El régimen de cursado previsto es presencial.

El cursado prevé clases expositivas, experimentos de laboratorio y análisis de casos.

7. EVALUACIÓN Y PROMOCIÓN

La promoción la obtienen los cursantes que, habiendo asistido con regularidad a las clases (mínimo 80 % de asistencia) y cumplido con los trabajos prácticos, aprueben la evaluación final prevista. Dicha evaluación consistirá en el desarrollo y defensa de los criterios utilizados para la resolución de un caso.



Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



ORDENANZA N° 1143

ANEXO II

CURSO DE POSGRADO DE ACTUALIZACIÓN
“MODELACIÓN CIENTÍFICA”
EN LA FACULTAD REGIONAL MENDOZA

CUERPO ACADÉMICO

- **Salvador Enrique PULIAFITO**

Ingeniero en Electrónica, Universidad de Mendoza.

Especialista en Docencia Universitaria, Universidad de Mendoza.

Diplom – Ingenieur, Universidad de Braunschweig, Alemania.

Doktor – Ingenieur, Universidad de Braunschweig, Alemania.

Investigador Independiente del CONICET.

Profesor Titular en Universidad de Mendoza.

Docente de posgrado en Universidad Tecnológica Nacional.

Integrante de tribunales de tesis de posgrado.

Dirección de investigadores formados y becarios.

Dirección de tesis de posgrado.

- **María Hebe CREMADES FERNÁNDEZ**

Ingeniera en Electrónica y Telecomunicaciones, Universidad de Mendoza.

Doktor – Ingenieur, Max Planck Institut – Universidad de Braunschweig.

Actividades post-doctorales en NASA – Goddard Space Flight Center, División de Ciencias Heliofísicas.



Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

Miembro de Panel Revisor de NASA para evaluar propuestas de trabajo.

Miembro de la Red de Investigadores Argentinos en Ciencias de la Heliósfera
(RIARCHE).
