



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado



## APRUEBA CURSOS DE ACTUALIZACIÓN DE POSGRADO

Buenos Aires, 2 de julio de 2015

VISTO la presentación de la Facultad Regional Buenos Aires, a través de la cual solicita la aprobación y actualización de Cursos de Actualización de Posgrado para el Doctorado en Ingeniería, mención Procesamiento de Señales e Imágenes, y

### CONSIDERANDO:

Que la citada Facultad Regional solicita la aprobación y autorización de implementación del Curso de Actualización de Posgrado "Procesamiento avanzado de señales: métodos adaptativos y redes neuronales".

Que el curso "Sistemas lineales y no lineales: caos y fractales", aprobado por Ordenanza C.S. N° 1130, requiere su actualización en virtud lo dispuesto por el Reglamento de Educación de Posgrado relativo a la caducidad de los tiempos de vigencia de los cursos.

Que los Cursos propuestos responden a la necesidad de brindar a docentes, investigadores y graduados de la Universidad conocimientos científicos actualizados dirigidos a doctorandos en Ingeniería.

Que la Facultad Regional Buenos Aires 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 los propuestos.

Que la Comisión de Posgrado de la Universidad ha analizado los antecedentes que acompañan la solicitud y avala la presentación, y la Comisión de Ciencia, Tecnología y Posgrado recomienda su aprobación.



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado



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

ORDENA:

ARTÍCULO 1°: Aprobar el currículum del Curso de Actualización de Posgrado "Procesamiento avanzado de señales: métodos adaptativos y redes neuronales" para el Doctorado en Ingeniería, mención Procesamiento de Señales e Imágenes, que figura en el Anexo I, que es parte integrante de la presente Ordenanza.

ARTÍCULO 2°.- Aprobar la actualización del currículum de los Cursos de Actualización de Posgrado "Sistemas lineales y no lineales: caos y fractales", para el Doctorado en Ingeniería, mención Procesamiento de Señales e Imágenes, que figura en el Anexo I y es parte integrante de la presente Ordenanza.

ARTÍCULO 3°.- Autorizar el dictado de los mencionados Cursos en la Facultad Regional Buenos Aires con el Cuerpo Docente que figura en el Anexo II y es parte integrante de la presente Ordenanza.

ARTÍCULO 4°.- Regístrese. Comuníquese y archívese.

ORDENANZA N° 1493

A.U.S. RICARDO F. O. SALLER  
Secretario del Consejo Superior

ING. HÉCTOR CARLOS BROTTO  
RECTOR



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado



ORDENANZA Nº 1493

ANEXO II

**CURSOS DE ACTUALIZACIÓN DE POSGRADO DEL DOCTORADO EN INGENIERÍA  
MENCION PROCESAMIENTO DE SEÑALES E IMÁGENES**

**I. PROCESAMIENTO AVANZADO DE SEÑALES: MÉTODOS ADAPTATIVOS Y REDES NEURONALES**

**1. FUNDAMENTACIÓN**

Los sistemas adaptativos se encuentran en todos los ámbitos de la ingeniería en la actualidad. Desde el control de procesos industriales, pasando por diversos ámbitos de las comunicaciones y todo tipo de artefactos vinculados a la industria de componentes (para la industria del entretenimiento, automotriz, aeroespacial, mecánica, naval, artefactos médicos, etc.). En consecuencia, se hace necesario que el ingeniero disponga de las herramientas necesarias para su análisis y desarrollo.

**2. OBJETIVOS**

- Comprender y desarrollar sistemas adaptativos a partir de los fundamentos teóricos brindados en el curso.
- Aplicar las técnicas del procesamiento adaptativo y las redes neuronales a sistemas relevantes de la Ingeniería.

**3. CONTENIDOS MÍNIMOS**

*Unidad 1.* El problema del filtrado. Filtros adaptativos. Estructuras de filtros lineales. Desarrollo de algoritmos de filtros lineales adaptativos. Filtros no lineales adaptativos. Aplicaciones.



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado



*Unidad II. Procesos estacionarios y modelos:* Caracterización parcial de un proceso estocástico en tiempo discreto. Teorema de la media ergódica. Matriz de correlación. Modelos estocásticos. Descomposición de Wold. Procesos del tipo moving average (MA). Procesos autoregresivos (AR). Ecuaciones de Yule-Walker. Procesos del tipo Autoregresivo-moving average (ARMA). Selección del modelo.

*Unidad III. Análisis espectral.* Densidad espectral de potencia. Propiedades. Transmisión de un proceso estacionario a través de un filtro lineal. Estimación del espectro de potencia.

*Unidad IV. Filtrado lineal adaptativo.* Algoritmo del descenso más pronunciado. Estabilidad. Algoritmo de los mínimos cuadrados medios (LMS). Análisis de la estabilidad y la performance del LMS. Filtrado adaptativo en el dominio de la frecuencia. Filtros adaptativos en bloque. Algoritmo rápido LMS. Algoritmo recursivo de los mínimos cuadrados (RLS). Análisis de convergencia. Seguimiento de sistemas variables en el tiempo.

*Unidad V. Filtros no lineales adaptativos.* Redes neuronales. Procesos de aprendizaje. Perceptrón de múltiples capas. Algoritmo de propagación hacia atrás (back-propagation). Redes de funciones de base radial (RBF). Estructura. Funciones RBF. Procedimiento de aprendizaje. Reconocimiento de patrones. Estimación de la función de densidad de probabilidad. Pre-procesamiento y extracción de características. Aprendizaje y generalización.

#### **4. DURACIÓN**

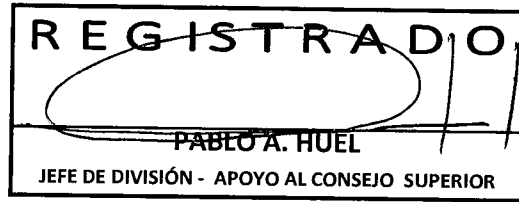
El curso tendrá una carga horaria de SESENTA (60) horas.

#### **5. METODOLOGÍA**

El régimen de cursado previsto es presencial. Las clases serán del tipo teórico-práctico. Se implementarán técnicas operacionales a fin de lograr la adquisición por parte del doctorando de capacidad de razonamiento científico y diseño de sistemas digitales.



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado



## 6. EVALUACIÓN:

Para la aprobación del curso se requerirá, además de la asistencia, la aprobación de un examen final escrito e individual.

## II. SISTEMAS LINEALES Y NO LINEALES: CAOS Y FRACTALES

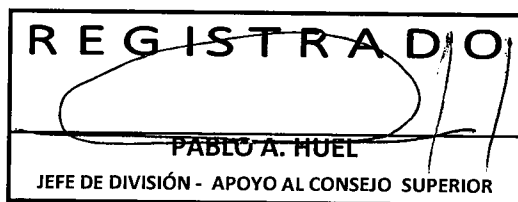
### 1. FUNDAMENTACIÓN

Los modelos lineales desde la perspectiva de las ecuaciones diferenciales son motivo de una buena parte de los currículums de las carreras de grado en ingeniería y ciencias exactas, el análisis lineal de señales y sistemas corre con igual suerte. Sin embargo, los sistemas lineales y su formulación desde un punto de vista analítico y no meramente geométrico es poco explorado en casi la totalidad de las carreras de grado. De esta manera, para complementar la formación que se recibe es que se propone un curso como el presente, que no es meramente informativo, sino que completa de una manera acabada la formación científico técnica que puede recibir un profesional vinculado con las señales y los sistemas. También se puede mencionar que las aplicaciones de comportamientos caóticos son cada vez más frecuentes en ingeniería desde hace una veintena de años.

El carácter imprevisible de los sistemas no lineales bajo determinadas circunstancias, la sensibilidad a las condiciones iniciales, los cuidados extremos que se deben implementar al simular sistemas caóticos, son algunos de los factores que más alientan a un estudiante de doctorado con mención en ingeniería, a formarse en el campo de los sistemas no lineales, caos y fractales. La respuesta estocástica de un sistema dinámico, ya sea de rango macroscópico o microscópico, habitual en los estudios y análisis ingenieriles recientes, la vinculación de las escalas tan diversas, la raíz de la naturaleza estadística de dichos comportamientos puede provenir tanto de la mecánica cuántica como de la mecánica estadística, y esto no puede estar ausente en el corpus de conocimiento de un doctor cuya



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado



área de trabajo se vincule con las señales y los sistemas.

Con esto el carácter imprevisible de la naturaleza, y en particular de los sistemas de interés tecnológico, tiene tres vertientes muy bien definidas: uno que es aportado por la no linealidad, otro que tiene su génesis en la mecánica cuántica, y el tercero que nace a partir de los procesos estocásticos. Todos ellos convergen en la imposibilidad de predecir comportamientos a largo plazo y en brindar las apropiadas herramientas actuales para estudiar sistemas complejos y permitir avanzar en el desarrollo de nuevas y mucho más prometedoras tecnologías.

## 2. OBJETIVOS

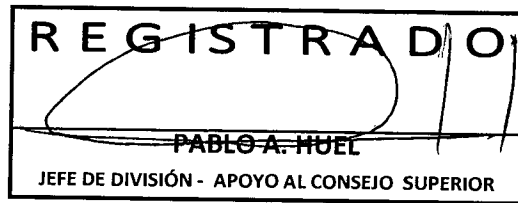
- Adquirir conceptos de la dinámica que usualmente sólo son presentados en cursos de física.
- Desarrollar la lógica cuántica y parte de su formalismo, con énfasis en el aspecto lineal de la teoría y la relación con los conceptos estadísticos.
- Vincular aspectos de la termodinámica en relación con el concepto de caos y sistemas complejos.
- Sintetizar todos los conceptos anteriores mediante su aplicación al análisis de sistemas no lineales y el análisis de señales con herramientas de procesamiento no lineal.

## 3. CONTENIDOS MÍNIMOS

1. Sistemas lineales. Conjuntos, grupos, espacios vectoriales. Operadores lineales. Operadores diferenciales, integrales e integrodiferencial. Ecuaciones diferenciales. Ecuaciones autónomas. Operadores lineales. Sistemas de autovalores y autovectores. Sistemas conservativos y disipativos. Interacciones fundamentales.
2. Lógica Cuántica. Hamiltoniano de un sistema. Función de onda. Realización y representación de un sistema físico. Álgebra operacional. Espacio de Hüberrt. Definición de



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado



medida cuántica. Probabilidad cuántica y clásica. Operador matriz densidad. Evolución temporal de los observables físicos. Autovectores, autovalores, números cuánticos. Indistinguibilidad.

3. Termodinámica. Equilibrio térmico, variables de estados de equilibrio. Entropía termodinámica. Paradoja de Gibbs. Entropía informacional. Shannon. Mecánica estadística. Concepto de ensamble de microsistemas. Principio de máxima entropía. Vínculos, observables y parámetros, multiplicadores de Lagrange. Indistinguibilidad de las partículas atómicas.

4. Ecuaciones no lineales. Ecuaciones diferenciales y a diferencias finitas. Ecuación logística. Tiempo discreto y tiempo continuo. Dimensión fractal, Hausdorff. Exponente de Liapounov. Rutas al caos: Sistemas disipativos y sistemas conservativos. Simulación de Montecarlo. Generación de números al azar. Relación con los sistemas considerados estadísticos. Azar y determinismo. Sensibilidad a las condiciones iniciales.

#### **4. DURACIÓN**

El curso tendrá una carga horaria de SETENTA (70) horas.

#### **5. METODOLOGÍA**

El dictado del curso está centrado en tres ejes: clases teórico prácticas, prácticas de laboratorio, y empleo de recursos multimediales. Se proveerá a los estudiantes de una importante cantidad de códigos computacionales desarrollados en entorno Matlab. Las prácticas de laboratorio consistirán en la exploración computacional de las propiedades y conceptos de los sistemas dinámicos, tanto lineales como no lineales.

#### **6. EVALUACIÓN:**

Para la aprobación del curso se requerirá, además de cumplir con el 80% de asistencia, la aprobación de un examen final escrito e individual.



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado



ORDENANZA N° 1493

ANEXO II

**CURSOS DE ACTUALIZACIÓN DE POSGRADO DEL DOCTORADO EN INGENIERÍA  
MENCIÓN PROCESAMIENTO DE SEÑALES E IMÁGENES  
FACULTAD REGIONAL BUENOS AIRES**

***Docentes***

**I. PROCESAMIENTO AVANZADO DE SEÑALES: MÉTODOS ADAPTATIVOS Y REDES NEURONALES**

- RISTORI, Pablo Roberto

Doctor en Ciencias, Área Medio-ambiente, Swiss Federal Institute of Technology (EPFL),  
Lausanne, Suiza

Ingeniero en Electrónica, Instituto Tecnológico de Buenos Aires

**II. SISTEMAS LINEALES Y NO LINEALES: CAOS Y FRACTALES**

- LEGNANI, Walter

Doctor de la Universidad de Buenos Aires en el área de física

Licenciado en Física, Universidad de Buenos Aires

-----