



Ministerio de Capital Humano  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

**MODIFICACIÓN DE LA CARRERA MAESTRÍA EN INGENIERÍA EN CONTROL  
AUTOMÁTICO - ORDENANZA N° 1199 -**

Buenos Aires, 13 de diciembre de 2023

VISTO la convocatoria a las direcciones de carrera realizada por la Subsecretaría de Posgrado, en cumplimiento a lo establecido por la Ordenanza N° 1924, a fin de analizar los planes de estudio y evaluar su vigencia y la actualidad de sus contenidos, y

**CONSIDERANDO:**

Que el Consejo Superior aprobó por Ordenanza N° 1199 la actualización curricular de la Maestría en Ingeniería en Control Automático, en el año 2008.

Que, en el tiempo transcurrido desde la mencionada actualización, la experiencia de cursada ha evidenciado que resulta necesario realizar una adaptación de contenidos de acuerdo con la realidad sectorial global y sus permanentes cambios.

Que la presente modificación no afecta el cumplimiento de los estándares vigentes de la carrera y será notificada a la Dirección Nacional de Gestión Universitaria a fin de que tome conocimiento de la misma, de acuerdo con lo establecido por la normativa vigente.

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.

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

Por ello,



Ministerio de Capital Humano  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

## EL CONSEJO SUPERIOR DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

### ORDENA:

ARTÍCULO 1°.- Aprobar la modificación del punto VI. Estructura Curricular del Anexo I de la Ordenanza N° 1199 que actualiza curricularmente la carrera de Maestría en Ingeniería en Control Automático, según lo establecido en el Anexo I de la presente Ordenanza.

ARTICULO 2°.- Establecer que se mantiene la vigencia de la Ordenanza N° 1199, salvo el punto modificado por el artículo precedente.

ARTICULO 3°.- Establecer que las Facultades Regionales que cuenten con la autorización del Consejo Superior para implementar la carrera aprobada por Ordenanza N° 1199 deberán solicitar su adecuación a la presente modificatoria.

ARTICULO 4°.- Establecer que las Facultades Regionales que en adelante soliciten autorización del Consejo Superior para implementar la carrera Maestría en Ingeniería en Control Automático, deberán atender a lo aprobado en la Ordenanza N° 1199 y la presente modificatoria.

ARTICULO 5°.- Establecer que para todas las inscripciones a la carrera Maestría en Ingeniería en Control Automático que se realicen a partir del año 2024 regirá la modificatoria aprobada por la presente Ordenanza.

ARTICULO 6°.- Establecer que, en el caso que el cursante hubiera iniciado la carrera en el marco del diseño curricular aprobado por Ordenanza N° 1199, se le aplicará el régimen de equivalencias que se indica en el Anexo II de la presente Ordenanza, en un todo de acuerdo con el Reglamento de Posgrado de la Universidad.

ARTÍCULO 7°.- Quedarán exceptuados de la aplicación del artículo precedente los alumnos que hayan aprobado todos los cursos por el total de horas requeridas por el plan de estudios de la Ordenanza N° 1199 y sólo adeuden la aprobación del plan de tesis y/o la tesis.



*Ministerio de Capital Humano  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado*

ARTÍCULO 8°.- Regístrese. Comuníquese y archívese.

ORDENANZA Nº 2002

UTN
l.p.
p.f.d.
m.m.m.



Ministerio de Capital Humano  
 Universidad Tecnológica Nacional  
 Rectorado

**ORDENANZA N° 2002**

**ANEXO I**

**MODIFICACIÓN DE LA CARRERA MAESTRÍA EN INGENIERÍA EN CONTROL  
 AUTOMÁTICO - ORDENANZA N° 1199 -**

**VI. ESTRUCTURA CURRICULAR**

**Organización curricular**

La carrera consta de CATORCE (14) cursos obligatorios que cubren un total de SEISCIENTAS (600) horas. El tesista deberá acreditar, además, no menos de 160 horas que podrán ser asignadas al trabajo de tesis y otras actividades complementarias. La carga horaria total de la carrera asciende a SETECIENTAS SESENTA (760) horas.

**Plan de estudios**

Cursos		Horas		
		Totales	Teóricas	Prácticas
1.	Algebra lineal avanzada	50	25	25
2.	Métodos matemáticos para control	40	20	20
3.	Procesamiento de Señales Sistemas e Imágenes	50	25	25
4.	Estadística aplicada	30	15	15
5.	Herramientas para el desarrollo de la tesis	30	15	15
6.	Metodología de la Investigación	30	20	10
7.	Gestión de Proyectos 4.0	30	20	10
8.	Control Lineal	60	40	20
9.	Control avanzado	60	30	30
10.	Control Inteligente	60	30	30



Ministerio de Capital Humano  
 Universidad Tecnológica Nacional  
 Rectorado

11.	Comunicaciones en Industria 4.0	40	20	20
12.	Instrumentación	30	15	15
13.	Modelado e Identificación	50	25	25
14.	Control de Procesos	40	20	20
<b>Carga horaria total Cursos</b>		<b>600</b>	<b>340</b>	<b>260</b>
<b>Trabajo de tesis y otras actividades completarías</b>		<b>160</b>		
<b>Carga horaria total Maestría</b>		<b>760</b>		

## OBJETIVOS Y CONTENIDOS MÍNIMOS

### 1 - ALGEBRA LINEAL AVANZADA

#### Objetivos

Proveer las herramientas matemáticas necesarias para abordar exitosamente las tareas de análisis, modelado y síntesis de sistemas de control avanzados. Se hará especial énfasis en la aplicación de métodos numéricos.

#### Contenidos mínimos

- Espacio vectorial (y espacio dual) de dimensión finita con producto interno sobre el cuerpo de los números complejos.
- Representación (matricial y polinómica) del álgebra de operadores lineales sobre espacios vectoriales de dimensión finita.
- Subespacios invariantes de operadores lineales, autovalores y autovectores.
- Métodos numéricos aplicados al cálculo matricial.
- Introducción a cuaterniones, cuaterniones duales.



Ministerio de Capital Humano  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

## **2 - MÉTODOS MATEMÁTICOS PARA CONTROL**

### **Objetivos**

Proveer las herramientas necesarias para plantear exitosamente las tareas de análisis, modelado y síntesis de sistemas de control avanzados, con especial énfasis en la aplicación de métodos numéricos.

### **Contenidos mínimos**

- Espacios de dimensión infinita con producto interno: espacios de Hilbert, espacio dual, proyecciones ortogonales y operadores adjuntos.
- Métodos de aproximación por series de conjuntos ortogonales densos en espacios de Hilbert: series de Fourier/Taylor/Laurent y polinomios ortogonales de Legendre/ Hermite Laguerre/Chebyshev/Jacobi.
- Métodos con Transformadas y Operadores continuas entre espacios de Hilbert: operadores integrables, convolución, Fourier, Laplace y Zeta.
- Estudio de funciones especiales: Bessel, Legendre, Beta, Gamma, Hipergeométrica, Green.
- Métodos analíticos y numéricos para resolver ecuaciones diferenciales y en diferencias.

## **3 - PROCESAMIENTO DE SEÑALES, SISTEMAS E IMÁGENES**

### **Objetivos**

Proveer los procedimientos y las herramientas para el análisis y la síntesis de sistemas de adquisición y procesamiento de datos en tiempo discreto. Son tópicos principales: el muestreo y la reconstrucción de señales en tiempo discreto; y los conceptos de transformación entre tiempo discreto y continuo y los de espacio de estado. Alcanzar los lineamientos necesarios para el procesamiento de imágenes.

### **Contenidos mínimos**

- Señales y Sistemas en tiempo discreto



Ministerio de Capital Humano  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

- Análisis de Fourier en tiempo discreto
- Sistemas lineales de tiempo discreto
- Análisis y diseño usando métodos de espacio de estado
- Convolución en tiempo discreto
- Síntesis de filtros FIR, IIR
- Análisis de imágenes, Segmentación, análisis e interpretación
- Formación, transformación y realce de imágenes.

#### **4 – ESTADÍSTICA APLICADA**

##### **Objetivos**

Presentar los aspectos de la teoría de estadísticas necesarias para la comprensión de procesos estocásticos aplicados a la ingeniería de control en técnicas no determinísticas.

##### **Contenidos mínimos**

- Variables aleatorias, procesos estocásticos
- Ecuaciones diferenciales estocásticas
- Sistemas estocásticos
- Series de tiempo
- Estacionariedad y ergodicidad.
- Histograma - Periodograma.
- Modelos estocásticos

#### **5 - HERRAMIENTAS PARA EL DESARROLLO DE TESIS**

##### **Objetivos**

Apoyar a los alumnos en el emprendimiento del desarrollo de su tesis de maestría, brindándole las herramientas necesarias para realizar la planificación, diseño, desarrollo de la tarea de



Ministerio de Capital Humano  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

investigación, presentación de conclusiones conforme a las normas y convenciones aplicables al área de conocimiento recortada por maestría.

### **Contenidos mínimos**

- Diseño y planificación de la investigación. Selección del tema. Importancia intrínseca y académica de un tema de trabajo.
- Elaboración del proyecto de investigación. Tipo, disciplina, identificación y palabras claves.
- Formulación del problema. Referencia y estado actual de los conocimientos en el tema.
- Investigación bibliográfica, centros de documentación, bases de datos, "current contents", citation index, etc.
- Objetivos. Fundamentación. Métodos a utilizar. Aplicación de los resultados.
- Redacción científica. Requisitos. Organización lógica. Resumen. Bibliografía y apéndices.
- Normas y convenciones sobre cuadros, gráficos, citas y notas de pie de página.

## **6 - METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **Objetivos**

Introducir a los cursantes en el conocimiento de los principales paradigmas científicos, de los diversos diseños de protocolos de investigación y de las estrategias de investigación más adecuadas para abordar la complejidad de la problemática de la ingeniería de control automático. Se pretende que los cursantes alcancen el dominio y la aplicación de los principios epistemológicos como fundamento de los proyectos de tesis.

### **Contenidos mínimos**

- Introducción al conocimiento científico. Bases epistemológicas.
- Especificidad y características del conocimiento científico.
- La lógica del análisis y de la investigación.
- Proceso de investigación.



Ministerio de Capital Humano  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

- Diseño y organización del trabajo de investigación. Marcos metodológicos.
- Comunicación y presentación de resultados de investigación.
- Preparación y producción de Tesis.

## **7 - GESTIÓN DE PROYECTOS 4.0**

### **Objetivos**

Este curso se focaliza en proveer las metodologías para planificar y dirigir las tareas y recursos de un proyecto de ingeniería para un objetivo específico, medible, alcanzable, relevante y temporal de manera que el maestrando pueda diseñar la estrategia que permita coordinar sus propios esfuerzos o el de un equipo de trabajo.

### **Contenidos mínimos**

- Análisis de viabilidad del proyecto
- Planificación detallada del trabajo
- Seguimiento y control del trabajo
- Metodologías más utilizadas
- Manejo de Recursos
- Tecnologías Virtuales
- Planificación de forma Inteligente
- Priorización
- Ejecución del proyecto

## **8 - CONTROL LINEAL**

### **Objetivos**

Proporcionar una visión sistemática del control lineal, profundizando los contenidos relacionados con diseño de controladores y de observadores de estado. Introducir, además,



Ministerio de Capital Humano  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

los conceptos de control robusto. Conseguir conocimientos y manejo de técnicas de control de sistemas en tiempo discreto.

### **Contenidos mínimos**

- Controladores: análisis y diseño.
- Observadores de estado: completos y reducidos.
- Criterios de optimización de controladores.
- Propuesta de Lyapunov.
- Principios de Control robusto: introducción al comportamiento robusto de controladores.
- Realización de sistemas de control en tiempo discreto.
- Diseño de controladores digitales.
- Aplicación en sistemas MIMO.

## **9 - CONTROL AVANZADO**

### **Objetivos**

Presentar al cursante los aspectos de la teoría y el diseño aplicados a sistemas adaptativos aplicados al control.

Desarrollar las capacidades necesarias para el diseño de sistemas de control destinados a procesos no lineales, con énfasis en el análisis de su estabilidad.

Desarrollar las capacidades necesarias para el análisis y diseño de sistemas de control sobre sistemas no determinísticos relacionados a sistemas de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO), para el análisis, modelación y síntesis.

### **Contenidos mínimos**

- Controladores Varianza mínima, LQR
- Control adaptativo por modelo de referencia
- Reguladores de auto sintonía



Ministerio de Capital Humano  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

- Controladores de ganancia tabulada
- Introducción al control predictivo
- Estabilidad, robustez, restricciones en control predictivo.
- Ecuaciones diferenciales no lineales.
- Análisis aproximado.
- Teorema de Lyapunov.
- Estabilidad de la relación entrada - salida.
- Linealización por retroalimentación
- Diseño de sistemas. Realizabilidad.
- Estimación óptima de estado en sistemas estocásticos
- Definición de estabilidad en el entorno estadístico.
- Filtros, modelo de Kalman - Bucy. Implementación.
- Criterios de controlabilidad.

## **10 - CONTROL INTELIGENTE**

### **Objetivos**

Introducir al cursante a las técnicas de control por medio de funciones de lógica borrosa, para el análisis y síntesis de controladores por medio de reglas. Controladores neuronales. Algoritmos genéticos, machine learning.

### **Contenidos mínimos**

- Introducción a la lógica borrosa (fuzzy).
- Análisis y síntesis de controladores borrosos.
- Casos de controladores por modelo difuso.
- Introducción a las redes neuronales
- Fundamentos y leyes de aprendizaje



Ministerio de Capital Humano  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

- Aplicaciones al control de sistemas no lineales
- Redes neuronales recurrentes o dinámicas
- Sistemas híbridos neuro-fuzzy, ANFIS
- Algoritmos genéticos en control
- Machine learning en control

## **11 - COMUNICACIONES EN INDUSTRIA 4.0**

### **Objetivos**

Se propone proveer los principios de comunicaciones utilizados en el marco de la Industria 4.0 para la conectividad de los diferentes instrumentos que participan de un sistema de control.

### **Contenidos mínimos**

- Estructura jerárquica de un sistema de comunicaciones
- Modelo OSI/ISO en comunicaciones
- Medios físicos, protocolos
- Buses industriales en la industria 4.0
- Protocolos más utilizados, OPC-UA
- Medios inalámbricos wifi, IoT, IIoT

## **12 - INSTRUMENTACIÓN**

### **Objetivos**

Proveer conocimientos sobre medición, detección, acondicionamiento y manipulación de variables de proceso, como así también las diferentes tecnologías disponibles

### **Contenidos mínimos**

- Introducción al concepto de instrumentación
- Sensores y actuadores proporcionales y on/off



Ministerio de Capital Humano  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

- Actuadores servocontrolados
- Conceptos de instrumentación virtual.
- Ambientes de riesgo de explosión e incendio.
- Fusión sensorial
- Selección de la instrumentación para una aplicación de control
- Tecnología MEM's

### **13 - MODELADO E IDENTIFICACIÓN**

#### **Objetivos**

Se propone incorporar los métodos de identificación que permitan formular modelos matemáticos de procesos por vías analíticas e identificación experimental.

#### **Contenidos mínimos**

- Concepto de la identificación de sistemas, motivación
- Métodos de identificación y modelos de sistemas
- Métodos de identificación en dominio temporal y frecuencial
- Identificación experimental
- Identificación por medio de programas de asistencia
- Algoritmos de identificación clásicos y estocásticos.
- Ayuda con sistemas computacionales
- Identificación por medios neuronales

### **14 - CONTROL DE PROCESOS**

#### **Objetivos**

Proveer la nomenclatura utilizada en procesos industriales, comprender el comportamiento no lineal de sistemas complejos, conocer las técnicas para sintonizar los lazos y ajustar los



*Ministerio de Capital Humano  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado*

controladores.

### **Contenidos mínimos**

- Normas ISA - S5, 1-75, 1-84 y nomenclatura utilizada.
- Estructura de automatismo de fábrica y procesos.
- Estrategias de control. Controladores P, PI, PID. Controladores digitales. Robustez.
- Elementos no lineales. Modos duales - conmutador óptimo.
- Controles autoadaptables. Controles anticipativos.
- Ajuste de controladores.
- Sistemas de control de procesos en Industria 4.0.
- Monitoreo y supervisión de procesos.
- Conceptos de tecnología SCADA.



Ministerio de Capital Humano  
 Universidad Tecnológica Nacional  
 Rectorado

**ORDENANZA N° 2002**

**ANEXO II**

**EQUIVALENCIAS ENTRE LOS CURSOS DEL PLAN DE ESTUDIOS DE LA CARRERA  
 MAESTRÍA EN INGENIERÍA EN CONTROL AUTOMÁTICO APROBADO POR  
 ORDENANZA N° 1199 Y SU MODIFICATORIA, LA ORDENANZA N° 2002**

<b>CURSOS ORDENANZA N° 1199</b>	<b>CURSOS ORDENANZA N° 2002</b>
Algebra Lineal Avanzada	Algebra lineal avanzada
Elementos de Análisis Funcional	Métodos matemáticos para Control
Procesamiento de Señales, Sistemas e Imágenes	Procesamiento de Señales Sistemas e Imágenes
Control Lineal	Control Lineal
Control Digital	
Control de Procesos	Comunicaciones en Industria 4.0
Sin Equivalencia	Gestión de Proyectos 4.0
Control Estocástico	Estadística aplicada
Control Estocástico	Control Avanzado
Control Adaptativo	
Control no Lineal	
Control Difuso y Neuronal	Control Inteligente
Modelado e identificación	Modelado e Identificación
Instrumentación Industrial	Instrumentación
Control de Procesos	Control de Procesos
Metodología de la investigación	Metodología de la investigación
Herramientas para el desarrollo de la tesis	Herramientas para el desarrollo de la tesis