



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



CREACIÓN DE LA CARRERA DE MAESTRÍA EN PLANIFICACIÓN Y OPERACIONES INDUSTRIALES

Buenos Aires, 21 de octubre de 2021

VISTO la decisión de jerarquizar la educación de posgrado en la Universidad Tecnológica Nacional, abarcando los diferentes niveles y aspirando al mayor reconocimiento nacional e internacional, y

CONSIDERANDO

Que es decisión del Consejo Superior jerarquizar y consolidar la educación de posgrado en la Universidad Tecnológica Nacional abarcando los diferentes niveles de formación académica y muy especialmente áreas de vacancia.

Que la Maestría en Planificación y Operaciones Industriales se propone dar respuesta a las crecientes exigencias que se plantean en la industria, que demanda un modelo de fabricación con foco en la calidad, la adaptación rápida al mercado y la fabricación flexible.

Que, en tal sentido, la carrera pretende formar profesionales que posean conocimientos de modelado, simulación, sistemas de control, herramientas de software y métodos numéricos de solución para adaptarse a los requerimientos del mercado.

Que la Comisión de Posgrado de la Universidad avaló el diseño curricular de la Maestría en Planificación y Operaciones Industriales 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.



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



Por ello,

EL CONSEJO SUPERIOR DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

ORDENA:

ARTÍCULO 1°.- Crear la carrera de Maestría en Planificación y Operaciones Industriales como carrera de posgrado en la Universidad Tecnológica Nacional.

ARTÍCULO 2°.- Aprobar el diseño curricular de la mencionada carrera, que se agrega en Anexo I de la presente Ordenanza, en un todo de acuerdo con el Reglamento de Educación de Posgrado de la Universidad.

ARTÍCULO 3°.- Dejar establecido que su implementación en la Universidad, a través de sus Facultades Regionales, debe ser expresamente autorizada por el Consejo Superior cuando se cumplan las condiciones y los requisitos estipulados en las normativas que rigen la educación de posgrado de la Universidad Tecnológica Nacional.

ARTÍCULO 4°.- Regístrese, comuníquese y archívese.

ORDENANZA N° 1829

UTN
DO
l.p.
f.c.r.

ING. HÉCTOR EDUARDO AIASSA
RECTOR

ING. MIGUEL ÁNGEL SOSA
Secretario General



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



ORDENANZA N° 1829

ANEXO I

MAESTRÍA EN PLANIFICACIÓN Y OPERACIONES INDUSTRIALES

1. FUNDAMENTACIÓN

En la actualidad se encuentra una creciente combinación del mundo real de la producción con el mundo virtual de la tecnología de la información y la comunicación; por lo tanto, procesos industriales tradicionales son complementados y optimizados por el mundo digital. Se observa, en todos los procesos productivos, la presencia de la tecnología de información, lo cual deriva en nuevos métodos de planificación, especialmente basados en modelos digitales. Esta evolución lleva a la optimización de la productividad de una manera particular, dado que la información en tiempo real y en diferentes niveles, permite considerar los recursos de una manera focalizada, como el efecto de la eficiencia de energía. Los sistemas de producción inteligente y la gestión de procesos, así como la ingeniería de métodos y herramientas de administración de operaciones son, en forma creciente, factores clave para implementar plantas de producción interconectadas y fábricas inteligentes.

El desarrollo de la Ingeniería Industrial se encamina hacia la formación de competencias en gestión, desarrollo, innovación y la implementación de proyectos de transformación tecnológica en la industria. Es una disciplina que adopta un enfoque sistémico para resolver diferentes problemas en relación con los procesos de fabricación o servicios. Su desarrollo está asociado a las expectativas sobre el desempeño tanto actual como futuro de la industria y al proceso de implementación de nuevas tecnologías. Por lo tanto, es necesario desde el punto de vista académico, proporcionar un fondo para avanzar en su desarrollo, integrando



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



esta disciplina y alineándola a los procesos de la nueva revolución industrial.

La Maestría en Planificación y Operaciones Industriales se propone dar respuestas a las crecientes exigencias que se plantean en la industria, que demanda un modelo de fabricación con foco en la calidad, la adaptación rápida al mercado y la fabricación flexible. Los entornos de fabricación inteligente dan solución a esa demanda y requieren profesionales que posean conocimientos de modelado, simulación, sistemas de control, herramientas de software y métodos numéricos de solución para adaptarse a los requerimientos del mercado. Lo anterior deriva en un necesario manejo tanto de los procesos industriales como logísticos, la teoría de control, la automatización, la captura de información y su procesamiento, como así también, de la industria 4.0 y de la tecnología necesaria para llevar a cabo la gestión en las plantas industriales y la cadena de suministro.

Si bien en la actualidad se presentan enfoques académicos de posgrados similares, éstos están orientados, especialmente, a la Industria 4.0. En este caso, se presenta una orientación más amplia y con foco en los fundamentos generales de la ingeniería industrial, lo cual permite su adaptación a los distintos procesos de transformación.

Respecto a lo anterior, la Maestría en Planificación y Operaciones Industriales **basa su programa en una articulación entre asignaturas que brindan una sólida formación de fundamento con materias más especializadas en la temática industrial y de la cadena de suministro.**

Justificación

La organización de los procesos de producción y de la cadena de suministro se basa crecientemente en la tecnología y en dispositivos que se comunican entre ellos de forma autónoma. Esta forma de organización industrial ha dado lugar al desarrollo de modelos de



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



interconexión masiva de personas, máquinas y procesos que permiten su integración y colaboración. Estos cambios se manifiestan en una transformación de tal magnitud que, según todas las previsiones, viene a modificar el paradigma que envuelve la evolución del mundo actual y, por supuesto, también a la industria en una nueva revolución. Todo ello promueve un cambio en la perspectiva y la forma en la que se conciben todas las actividades que configuran los procesos en las industrias de fabricación.

Esta maestría, en consecuencia, asume el reto de formar el capital humano adecuado y acorde a la evolución de este proceso. La formación tiene un estrecho vínculo con la profesión del Ingeniero en general, y del Ingeniero Industrial en particular, lo cual representa un eje para profundizar sus estudios, como también para aquellos que deseen vincularse con esta problemática, provenientes de otras profesiones, dado que los aspectos presentados son amplios y desplegados en múltiples actividades industriales y logísticas.

Adicionalmente, esta maestría se presenta como una base de actualización continua para los procesos educativos de grado. Los contenidos de las asignaturas de grado, como las prácticas asociadas, se pueden enriquecer con los desarrollos teóricos de los distintos seminarios y las tesis desarrolladas en esta maestría. La vinculación entre el grado y el posgrado se prevé como un aporte significativo para el desarrollo de las nuevas generaciones de ingenieros, especialmente en la orientación industrial. Además, su estructura curricular presenta una base adecuada para desarrollos futuros en la formación académica, más específicamente, para una formación doctoral.

2. OBJETIVOS

- Formar profesionales con capacidades de diseño, ejecución y control de los procesos industriales y de la cadena de suministro en el marco de las nuevas herramientas tecnológicas



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



como el machine learning, la automatización y los sistemas de control, entre otras.

- Comprender los sistemas de control industrial y su aplicación en los procesos productivos para diseñar y mejorar la capacidad de seguimiento y de la producción y de la cadena de suministro.
- Comprender la dinámica, los fundamentos técnicos y tecnológicos, y desarrollar soluciones para la fábrica inteligente.
- Profundizar las habilidades para gestionar eficazmente la cadena de suministro para mejorar la productividad, el producto y el servicio.
- Proporcionar conocimiento teórico y metodológico de la práctica estadística, haciendo énfasis en las aplicaciones prácticas para apoyar los procesos de planificación y optimización.

3. PERFIL DEL GRADUADO

El estudiante que finalice satisfactoriamente la maestría estará calificado para:

- Analizar problemas y oportunidades relacionados con la industria y la cadena de suministro con rigor metodológico.
- Aplicar conocimiento científico y tecnológico en sistemas relacionados con la práctica Industrial y de la cadena de suministro para su diseño, planificación y optimización.
- Diseñar, realizar experimentos estadísticos y analizar e interpretar datos para proyectar soluciones y optimizar procesos.
- Realizar innovación y desarrollo en productos, procesos y métodos industriales.
- Realizar la planificación estratégica y aplicarla a sistemas de producción y logísticos.
- Diseñar un sistema, componente o proceso que alcance los requisitos deseados teniendo en cuenta sus restricciones.



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



- Organizar y planificar los procesos de la fábrica inteligente.
- Diseñar y desarrollar aplicaciones industriales de tiempo real, y aplicar modelos para el tratamiento avanzado de datos.

4. TÍTULO

La carrera se denomina "Maestría en Planificación y Operaciones Industriales" y el título académico que otorga es el de "Magíster en Planificación y Operaciones Industriales".

5. NORMAS DE FUNCIONAMIENTO

5.1. Condiciones de ingreso

Podrán ser admitidos en la Maestría en Planificación y Operaciones Industriales aquellos profesionales de la ingeniería que posean título de grado otorgado por Universidad reconocida.

Podrán postularse otros profesionales, para cuya admisión se considerará la compatibilidad de sus antecedentes académicos y profesionales con los contenidos de la carrera.

En todos los casos se realizará una evaluación de los candidatos al ingresar al programa para determinar el grado de correspondencia entre su formación, trayectoria y los requisitos de la carrera. La evaluación se realizará a través del análisis de antecedentes, entrevistas y, eventualmente, de otros elementos de juicio solicitados por la Dirección de la carrera. En caso de ser necesario, se realizará un coloquio a cargo de la Dirección de la carrera.

5.2. Condiciones de admisión

La admisión como maestrando está a cargo del Consejo Superior o del Consejo Directivo, según corresponda. La Comisión de Posgrado de la Universidad o de la Facultad Regional, evaluará los siguientes componentes:



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



- Plan de trabajo de tesis.
- Aval del director de tesis, y del codirector de tesis (si corresponde).
- Curriculum Vitae del director de tesis, y del codirector de tesis (si corresponde).
- Curriculum Vitae del tesista en el que se detalle, si las hubiera, las tareas de investigación y desarrollo, publicaciones, cursos y seminarios de posgrado, así como otros antecedentes referidos a la temática central de la tesis propuesta

5.3. Promoción

La promoción supone cumplir con la asistencia a las clases - mínimo de OCHENTA POR CIENTO (80%) de asistencia-, presentación de trabajos y/o tareas solicitadas por los responsables académicos de los cursos y aprobación de las evaluaciones.

La evaluación será definida por los responsables académicos de los seminarios. La misma informa sobre los logros alcanzados por los alumnos y califica su rendimiento en términos de los objetivos alcanzados por ellos por medio de diferentes instrumentos: pruebas parciales, coloquios integradores, informes, monografías, exámenes finales individuales y presenciales. La calificación se expresará en escala numérica de CERO (0) a DIEZ (10). Para la aprobación se requerirá la nota mínima de SIETE (7).

5.4. Condiciones de graduación

Para obtener el título de “Magíster en Planificación y Operaciones Industriales” será necesario:

- Cumplir con la carga horaria fijada en el presente Plan de Estudios.
- Aprobar la totalidad de los seminarios correspondientes a la Maestría.
- Aprobar una prueba de suficiencia de idioma inglés.



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



- Acreditar CIENTO SESENTA (160) horas asignadas al trabajo de tesis y otras actividades complementarias
- Culminar los estudios en el tiempo máximo fijado por el Reglamento para la Educación de Posgrado vigente.
- Aprobar la defensa de la tesis.

5.5. Modalidad

El régimen de cursado previsto es presencial y se deben cumplimentar los contenidos y las cargas horarias mínimas establecidas para los seminarios que integran el plan de estudios.

5.6. Duración

El plazo máximo para cumplir con todas las obligaciones del Plan de Estudios incluida la defensa de la tesis, es de CUATRO (4) AÑOS, a partir de la primera unidad curricular rendida. En el caso de que se haya vencido este plazo, y ante solicitud fundamentada, podrá solicitar una prórroga a la Comisión de Posgrado de la Universidad o de la Facultad Regional, según corresponda, de acuerdo con lo establecido por el Reglamento para la Educación de Posgrado vigente.

5.7. Metodología de enseñanza y modalidad de evaluación

La formación de los maestrandos estará centrada en la articulación entre los conocimientos propios del campo de estudio, la experiencia profesional previa y la transferencia de los saberes adquiridos a la generación y gestión de tecnologías, y a la planificación estratégica en sistemas de producción y logísticos. La propuesta de enseñanza se estructura en torno a las siguientes estrategias:



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



- Desarrollo de los temas a través de exposición, diálogo, discusión y uso de variadas metodologías colaborativas que promuevan la apropiación del conocimiento.
- La articulación de conocimientos y experiencia. Esto requiere el uso de estrategias que faciliten el intercambio entre la teoría y la práctica, con vistas a su mutuo enriquecimiento.
- Análisis de casos y situaciones específicas vinculadas al tratamiento científico y metodológico de problemáticas del campo de la Ingeniería Industrial.
- Elaboración de proyectos y propuestas como respuestas a problemáticas típicas del campo profesional en cuestión.

El proceso de evaluación consiste en una evaluación final que informa sobre los logros obtenidos en cada asignatura por los estudiantes y valora los aprendizajes en relación con los objetivos de la formación brindada. En cada uno de los seminarios, los docentes definirán los instrumentos y criterios de evaluación, que podrán incluir coloquios integradores, monografías, proyectos, resolución de problemas, así como otras modalidades afines a los propósitos establecidos.

Las horas reloj que corresponden a cada espacio curricular son teórico-prácticas, tal como lo establece la normativa vigente. Se podrán incorporar otras actividades de formación no comprendidas en el plan de estudios.

5.8. Financiamiento

La carrera deberá autofinanciarse, y la Facultad Regional que la implemente será responsable de la inscripción, la recepción de solicitudes, el cobro de aranceles y fijación del monto de los mismos, así como del apoyo técnico-administrativo para su dictado.



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



5.9. Organización Académica

Las Facultades Regionales autorizadas por el Consejo Superior a implementar la Maestría en Planificación y Operaciones Industriales deberán definir la Dirección de la carrera y un Comité Académico conforme a los requisitos y funciones contemplados en el Reglamento para la Educación de Posgrado vigente.

6. ESTRUCTURA CURRICULAR

6.1. Organización curricular

El diseño curricular propuesto es estructurado y está orientado a proporcionar una base sólida de formación conforme a los propósitos de la carrera y al perfil del egresado. Este diseño estructura sus espacios curriculares en cuatro módulos de desarrollo: a) Módulo de fundamentación, b) Módulo de Sistemas complejos, c) Módulo de Ingeniería industrial, y d) Módulo metodológico.

La carga horaria total está constituida por: QUINIENTAS OCHENTA (580) horas reloj presenciales, distribuidas en ONCE (11) cursos específicos, UNA (1) práctica profesional y DOS (2) cursos metodológicos, y CIENTO SESENTA (160) horas correspondientes al desarrollo de la tesis y otras actividades complementarias.

a) Módulo de Fundamentación

Dentro de este módulo se presentan los conocimientos orientados a adquirir habilidades para aplicar modelos matemáticos que permitan seleccionar la alternativa de decisión más apropiada entre un conjunto finito de posibilidades utilizando múltiples criterios. Adicionalmente, se desarrolla la estadística para estudiar los métodos científicos necesarios para recoger, organizar y analizar datos, de manera que se puedan tomar decisiones con



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



base empírica. Por otra parte, en este módulo se brinda formación sobre los procesos estocásticos para abordar muchas situaciones reales en las que interviene el azar o existe incertidumbre. En síntesis, se desarrollan los aspectos determinantes del problema general de la decisión y diversos modelos que permiten realizar elecciones con base objetiva en actividades como la productiva, a partir de seminarios de modelización matemática y herramientas probabilística.

b) Módulo de Sistemas complejos

En este módulo se presenta la relación de los sistemas reales que pueden ser representados, como consecuencia de sus interacciones, en forma abstracta, como conjuntos de unidades dinámicas interactuantes, capaces de dar lugar a formas de comportamiento colectivo cualitativamente diferente de la dinámica individual. Se aborda el modo en el que los modelos de ingeniería pueden mejorar y aumentar las funciones con análisis cuantitativos. Se desarrollan diferentes herramientas de análisis y optimización de sistemas que pueden transformar la capacidad de obtener el máximo de ellos. Los seminarios se focalizan en los aspectos de planificación de la producción, la logística de la distribución y la mantenibilidad de los sistemas.

c) Módulo de Ingeniería Industrial

Dentro de este módulo se presentan los conceptos de diseño, planificación y optimización de los sistemas industriales y de la cadena de suministro. El eje focal se da en los procesos y plantas industriales, y se desarrollan los aspectos de definición de los procesos en cuanto a su organización dentro de un espacio físico. En ese marco, se focaliza en los métodos de aprovisionamiento y de entrega al mercado que se especifican en un concepto de cadena de



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



abastecimiento. En esa dinámica, en la que se requiere importante información para la toma de decisiones, tanto para acciones inmediatas y planteo de objetivos a mediano plazo, se desarrolla el sistema de control que provee esos fundamentos. Por su parte, las herramientas estadísticas, permiten al alumno proyectar a la organización a escenarios futuros de sus procesos, lo cual le permite experimentar y verificar los resultados antes de la toma de decisiones.

d) Módulo Metodológico

En este módulo se incluyen dos espacios curriculares cuyos contenidos están asociados a la formación en la investigación y escritura de la tesis. En este sentido, el seminario de Metodología de la Investigación tiene como propósito fortalecer la capacidad analítica necesaria para que los maestrandos puedan planificar el proyecto de investigación previo al trabajo de tesis.

El seminario de Taller de tesis se propone guiar a los maestrandos en el proceso de alcanzar el objeto investigable y capacitarlos en la selección adecuada de técnicas e instrumentos metodológicos, atendiendo a las condiciones de aplicabilidad al campo de desarrollo en el cual la tesis se proyecta.

Práctica profesional

Es un espacio destinado a realizar prácticas en el ámbito profesional relacionadas con los conocimientos impartidos en la Maestría. En este sentido, se propone el desarrollo de casos reales y específicos sobre diseño, planificación y optimización de procesos e instalaciones de operaciones y su cadena de suministro, con el objetivo que el alumno pueda experimentar las diversas problemáticas e intervenir con las diversas metodologías desarrolladas en la carrera. La Práctica puede ser realizada en ámbitos propuestos por los estudiantes o bien en el marco



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



de los distintos convenios con los que cuenta la institución.

El espacio de Práctica profesional ha sido ideado para acercarse al ámbito profesional profundizando un tema de interés estudiado durante la formación. Esta experiencia le puede otorgar al maestrando elementos para la elaboración de su tesis, dado que al realizar la práctica permite tomar experiencia respecto de situaciones particulares y complejas. Adicionalmente, este espacio permite a los alumnos reflexionar sobre las dificultades que encuentran y proponer respuestas desde los fundamentos teóricos y metodológicos trabajados en la carrera. La búsqueda de una solución propone una actitud reflexiva frente la situación operativa definida. Se procurará, según lo anterior, que los maestrandos desarrollen sus proyectos de tesis en el marco de este trabajo, siempre que sea pertinente al área de formación profesional.

Tesis de Maestría

La tesis consistirá en un trabajo de investigación o un desarrollo en el área científico-tecnológica elegida que demuestre dominio en el manejo conceptual y metodológico correspondiente al estado actual del conocimiento en el campo de la ingeniería industrial, el que será formalizado y aprobado como tesis de maestría.

Una vez concluido el trabajo de tesis, el director de tesis elevará al director de carrera un informe en el que exprese que la tesis está en condiciones de ser defendida, la Facultad Regional elevará el informe conjuntamente con el índice y las conclusiones de la tesis y la propuesta de jurado de tesis para ser analizado por la Comisión de Posgrado de la Universidad para su aprobación por el Consejo Superior.

Los procedimientos de evaluación y defensa de tesis se ajustarán a lo establecido en el Reglamento para la Educación de Posgrado vigente.



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

R E G I S T R A D O
PABLO A. HUEL
JEFE DE DEPARTAMENTO - APOYO AL CONSEJO SUPERIOR

6.2. Plan de Estudios

MODULO	ESPACIOS CURRICULARES	HORAS		
		TEÓRICAS	PRACTICAS	TOTAL
Módulo de fundamentación	Modelado y programación avanzada	20	20	40
	Herramientas probabilísticas y estadísticas para análisis y toma de decisión	20	20	40
	Procesos estocásticos	20	20	40
Módulo de Sistemas complejos	Confiabilidad y mantenimiento	20	20	40
	Machine learning y aplicaciones en inteligencia artificial	20	20	40
	Planeamiento y programación de la producción	20	20	40
	Logística y transporte	20	20	40
Módulo de Ingeniería industrial	Sistemas de control	20	20	40
	Diseño de procesos y layout de planta industrial	20	20	40
	Diseño de experimentos	20	20	40
	Cadena de suministro	20	20	40
Módulo Metodológico	Práctica profesional		80	80
	Metodología de la investigación	30		30
	Taller de tesis		30	30
		250	330	580
Trabajo de tesis y otras actividades complementarias				160
CARGA HORARIA TOTAL				740



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



6.3. Objetivos y Contenidos Mínimos

a) Módulo de fundamentación

- *MODELADO Y PROGRAMACIÓN AVANZADA*

Objetivos

- Comprender los fundamentos matemáticos de las metodologías de optimización matemática.
- Comprender y utilizar de manera avanzada herramientas matemáticas para modelar y resolver problemas complejos, reconociendo y valorando las situaciones y problemas susceptibles de ser tratados matemáticamente.
- Saber abstraer en un modelo matemático complejo las propiedades y características esenciales de un problema real reconociendo su rango de aplicabilidad y limitaciones.

Contenidos Mínimos

Modelos matemáticos. Principios de modelado. Tipos de modelos. Modelos de programación matemática. Programación lineal. Fundamentos matemáticos de las técnicas de resolución: método simplex revisado y método de punto interior. Programación entera. Uso de variables discretas para representar relaciones condicionales, disyuntivas, decisiones secuenciales dependientes y otras. Metodologías de resolución de problemas enteros. Programación no lineal. Análisis convexo. Teorema de Weierstrass. Condiciones de optimalidad y dualidad. Problemas no restringidos. Problemas restringidos. Calificador de restricciones. Condiciones de Kuhn-Tucker. Algoritmos de resolución: métodos de búsqueda directa. Métodos de direcciones de búsqueda. Análisis de convergencia.



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



- *HERRAMIENTAS PROBABILÍSTICAS Y ESTADÍSTICAS PARA ANÁLISIS Y TOMA DE DECISIÓN*

Objetivos

- Comprender e implementar la estimación de parámetros desconocidos (o teoría de la estimación) y la prueba o test de hipótesis (o teoría de la decisión).
- Analizar y calcular la estimación de la distribución desconocida.
- Analizar y calcular sobre la Teoría de la decisión.

Contenidos Mínimos

Cálculo de probabilidades y principales familias de distribuciones. Aproximación por distancia mínima. Máxima verosimilitud. Estimación óptima. Desigualdad de Rao-Cramer. Aproximación Bayesiana. Estimación Minimax. Intervalo de confianza de la estimación. Prueba (Test) de Hipótesis. Notación y criterio principal: aproximación más poderosa; aproximación Bayesiana; aproximación Minimax. Caso de hipótesis binarias: lema de Neyman-Pearson. Test de hipótesis múltiples. Test de hipótesis con estadística multivariada. Selección del test de hipótesis en función de su poder. Modelo de Regresión. Detección de cambios abruptos. Detección de señales sísmicas. Filtro de Kalman. Navegación híbrida. Estimación ML. Rastreo de rodamientos (Bearing-only tracking). Detección de Submarinos. Tests invariantes. Detección de anomalías.

- *PROCESOS ESTOCÁSTICOS*

Objetivos

- Comprender la teoría y las aplicaciones ingenieriles de Cadenas y Procesos de Markov, procesos de Conteo, Cadenas de Markov ocultas y procesos semi Markovianos.

Contenidos Mínimos

Secuencias aleatorias y tipos de convergencia. Expectativa condicional, Método de



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



Montecarlo. Introducción a los procesos estocásticos y familias de distribuciones de probabilidad de importancia para los mismos. Movimiento Browniano. Cadenas de Markov. Definición y probabilidades de transición. Leyes de las cadenas de Markov. Procesos Markovianos. Ecuaciones de Kolmogorov. Estructura probabilística y la cadena de Markov embebida. Ecuación integral de Kolmogorov. Procesos de conteo. Procesos de Poisson. Procesos de renovación. Procesos semi Markovianos. Procesos de renovación Markovianos. Ecuación de renovación de Markov. Teoremas de límite. Ley estacionaria. Estimación. Aplicaciones y ejemplos: procesos de almacenaje, modelado de reservorios e inventarios, sistemas de colas, ecuación de Black y Scholes en finanzas, integral de Ito e integral de Stratonovich.

b) Módulo de Sistemas complejos

○ CONFIABILIDAD Y MANTENIMIENTO

Objetivos

- Comprender la teoría de la fiabilidad en base a: a) los principales modelos utilizados en los estudios de confiabilidad y b) los métodos analíticos que son fundamentales dentro de la ingeniería de confiabilidad y análisis de datos de confiabilidad.

Contenidos Mínimos

Modelos de falla de componentes y vida útil de los componentes: vida útil, fallo, variable de estado, tiempo de fallo, función de fiabilidad y función de tasa de fracaso; tiempo medio hasta el fracaso; Vida residual. Fiabilidad de los sistemas de componentes independientes: modelos booleanos y función de estructura, análisis cuantitativo del árbol de fallos, importancia del componente (medida de Birnbaum, importancia crítica, RAW, RRW, medida de Fussel-Vesely). Procesos estocásticos en fiabilidad y mantenimiento: procesos de Poisson homogéneos, procesos de reparación imperfectos. Procesos de Markov: solución



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



dependiente del tiempo, solución asintótica, tiempos medios. Fallos dependientes: modelado, variables asociadas y límites de fiabilidad para el sistema de componentes dependientes. Fiabilidad de los sistemas mantenidos: tipos de mantenimiento. Fiabilidad de los sistemas instrumentados de seguridad.

○ *MACHINE LEARNING Y APLICACIONES EN INTELIGENCIA ARTIFICIAL*

Objetivos

- Comprender los fundamentos estadísticos de los métodos de reconocimiento de patrones y de las estrategias numéricas para su implementación.
- Desarrollar aptitudes para la comprensión, valoración crítica y reproducción de resultados principales de literatura científica sobre el tema.
- Aplicar métodos de reconocimiento de patrones en problemas de monitoreo de sistemas y control de procesos.
- Adquirir habilidades para el desarrollo de programas de computadora para la solución de problemas simples de reconocimiento de patrones.

Contenidos Mínimos

Introducción al reconocimiento de patrones: clasificador de Bayes, enfoques paramétricos bajo normalidad. Enfoques no paramétricos: estimación de Parzen; vecinos más cercanos. Elementos de teoría estadística del aprendizaje – Regularización: riesgo empírico. Errores de aproximación y de estimación. Complejidad y dimensión VC. Riesgo estructural. Regularización de Tykhonov. Espacios de Hilbert con núcleos reproductores: teorema de representación, tipos de núcleos y composición. Métodos de vector soporte para clasificación binaria: dimensionalidad y estrategias eficientes de solución numérica. Métodos de vector soporte para detección de fallas: métodos basados en núcleos y vectores soporte, formulación y condiciones KKT, estimación de densidades de probabilidad de tipo Parzen.



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



Métodos semisupervisados de aprendizaje: aprendizaje de variedades, métodos basados en modelos gráficos.

○ **PLANEAMIENTO Y PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN**

Objetivos

- Comprender el problema de la planificación, programación y control de la producción (PPCP) como función central de la jerarquía de sistemas de gestión industrial, y su potencial a partir de su concepción en el marco de la Industria 4.0, como parte fundamental de los procesos de transformación digital.
- Identificar y comprender los diversos enfoques de solución a los problemas de PPCP y reconocer su complejidad.
- Implementar entornos computacionales y de desarrollo para favorecer la incorporación de metodologías propias de resolución de problemas.

Contenidos Mínimos

Gestión de la producción y desglose jerárquico. Conceptos de Planificación de Ventas y Operaciones (S&OP). Problema de planificación agregada. Programación maestra de producción (MPS). Planificación de requisitos de materiales (MRP) y Planificación de requisitos de capacidad (MRP-II). Problemas generales de programación. Teoría de la complejidad. Algoritmos NP-completos y NP-duros. Enfoques de reducción de la complejidad. Métodos basados en reglas de despacho. Algoritmo de Wilkerson-Irwin. Programación de entornos Flowshop y Jobshop. Empleo de métodos heurísticos y modelos de programación mixto entero lineal (MILP). Introducción a los conceptos de Programación por Restricciones (Constraint Programming). Modelo de planificación a lazo cerrado (closed-loop), conceptos principales de programación en línea (online scheduling) y reprogramación de operaciones (rescheduling).



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



○ **LOGÍSTICA Y TRANSPORTE**

Objetivos

- Modelar redes logísticas a través de programación matemática.
- Aplicar el concepto de dualidad lagrangeana para abordar problemas complejos.
- Emplear las nuevas tecnologías disponibles (cloud, IoT, GIS, etc.) para dar visibilidad, trazabilidad y control a la cadena logística.
- Utilización de plataformas de programación para la resolución de problemas de logística.

Contenidos Mínimos

Grafos y Redes. Problemas de camino más corto en grafos y flujo óptimo. Formulación matemática y principales algoritmos combinatorios. El Problema del viajante (TSP). Complejidad computacional, problemas polinomiales y no polinomiales. Ruteo de vehículos (VRP). Heurísticas de eliminación de ciclos; relajación lagrangeana del VRP. Algoritmos genéticos y de colonia de hormigas aplicados a la resolución de problemas de flujo. Implementación de modelos de redes en producción. Enfoque hacia Data Lakes para almacenamiento cloud rápido y robusto de la información. Implementación de modelos en Clusters remotos (cloud computing). Concepto de Model Monitoring para métricas de modelos en batch y online serving via APIs.

c) Módulo de Ingeniería Industrial

○ **SISTEMAS DE CONTROL**

Objetivos

- Conocer los conceptos de la Teoría del Control y sus aplicaciones a problemas prácticos de la ingeniería, así como las herramientas matemáticas específicas en que se basa.
- Conocer y determinar la aplicación de sistemas de control tanto lineal como no-lineales.
- Describir y comprender los métodos usados por un controlador que debe adaptarse a un



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



sistema cuyos parámetros varían o son inicialmente inciertos.

Contenidos Mínimos

Descripción de sistemas lineales: modelado en el espacio de estado. Representación gráfica de modelos matemáticos: álgebra de bloques y diagramas de flujo. Elementos de tratamiento de señales y herramientas matemáticas: transformada de Laplace. Variables canónicas y de fase. Propiedades de las respuestas a señales de ingreso (impulso, escalón y respuestas parabólicas) sistemas estándar y de segundo orden. Análisis de frecuencia. Análisis en tiempo discreto, bases. Sistemas de análisis SISO, márgenes de estabilidad (márgenes de fase y de ganancia) Lugar de las Raíces. Diseño de sistemas de control: elección de controladores y sus parámetros. Diseño de sistemas de control: elección de controladores y sus parámetros. Control adaptativo: directo o por modelo de referencia. Estructura general de sistemas adaptativos.

○ *DISEÑO DE PROCESOS Y LAYOUT DE PLANTA INDUSTRIAL*

Objetivos

- Profundizar en el conocimiento de distintas metodologías para el diseño de flujos de procesos, su análisis de valor, métodos y técnicas trabajo.
- Adquirir herramientas para el diseño óptimo de una planta de operaciones industriales en un entorno de automatización y control en tiempo real.
- Aplicar la Metodología SLP-Modularty 4.0 para el diseño del layout.
- Analizar sistemas Físico-Cibernéticos (SFCl) y aplicar tecnologías para su desarrollo.

Contenidos Mínimos

Procesos de flujo continuo. Procesos de flujo por Lotes. Análisis de valor en los procesos. Carga y cuellos de botella, análisis y teoría de la restricción. Balance de Líneas. Distribución de los elementos físicos en planta (layout): Diseños cuantitativos y cualitativos. Uso de la metodología SLP Modularty 4.0. Modelo de Referencia para Arquitecturas de Industria 4.0.



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



Automatización industrial. Integración de los procesos de automatización a las plantas industriales. Tecnologías de información para el desarrollo de sistemas Físico-Cibernéticos.

○ **DISEÑO DE EXPERIMENTOS**

Objetivos

- Comprender las metodologías de toma de decisiones mediante el Diseño de Experimentos.
- Formular y resolver problemas reales, desarrollando metodologías que permitan determinar y cuantificar la influencia de los diferentes factores sobre las propiedades de los productos y sobre las variables de los procesos.
- Utilizar las técnicas de optimización para encontrar las mejores condiciones de operación aplicables al diseño y mejora de procesos.

Contenidos Mínimos

Experimentos comparativos. Estrategia experimental. Test de hipótesis. Experimentos con un solo factor. Análisis de la varianza (ANOVA). Diseño factorial completo y fraccional Diseño anidado. Diseño con factores no paramétricos. Superficie de respuesta. Evolución operativa. Experimentos mixtos. Estudio de robustez de los procesos. Arreglos cruzados y combinados. Método Taguchi. Experimentos con factores aleatorios. Métodos no paramétricos.

○ **CADENA DE SUMINISTRO**

Objetivos

- Coordinar la cadena de suministros o logística integral como un conjunto de organizaciones, proveedores y clientes que se organizan para satisfacer una necesidad específica del mercado, evitando el colapso de un miembro.
- Identificar el aspecto integral de la estructura de la cadena de suministros para una óptima planificación, ejecución y control de sus operaciones con el propósito de satisfacer una



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



necesidad.

- Emplear las nuevas tecnologías disponibles (cloud, IoT, GIS, etc.) para el diseño de la cadena de suministros y para la toma de decisiones.

Contenidos Mínimos

Teoría de juegos: no-cooperativos, cooperativos y Bayesianos. Interacción en la cadena de suministros. Comercio multilateral. Toma de decisión descentralizada. Teoría de subastas y licitaciones. Coordinación de la cadena de suministro. Pronósticos colaborativos. Impacto en el desempeño de la cadena de suministro. Modelos y estructuras de cadenas de suministro en internet y el rol de la interacción mercado-operaciones. Pipelines para toma de decisiones mediante modelos offline/online. Ingesta de información en tiempo real a través de servicios y plataformas externas.

d) Módulo Metodológico

- o *PRÁCTICA PROFESIONAL*

Objetivos

- Realizar una integración de los conocimientos adquiridos durante la carrera.
- Estudiar casos prácticos específicos, en procesos productivos o de servicios, relacionados con los aspectos teóricos desarrollados en este plan de estudios, lo cual posibilitará desarrollar una visión concreta sobre el campo de actuación.
- Analizar en profundidad aspectos de la carrera que se vinculen con los ejes de su desarrollo de tesis.
- Proponer modalidades de intervención sobre el campo de actuación.

Contenidos Mínimos

La Práctica profesional se debe realizar en sectores productivos y/o de servicios para



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



desarrollar tareas propias en alguna de las áreas de conocimientos estudiados en la carrera, con el fin de aplicar los conocimientos adquiridos a lo largo de su formación académica.

○ *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN*

Objetivos

- Desarrollar competencias para realizar trabajos de investigación que puedan aplicarse en el área de formación profesional.
- Comprender los paradigmas del desarrollo científico-tecnológico actual.
- Analizar la eficacia instrumental de los métodos y técnicas específicas de investigación.
- Reconocer los distintos tipos de diseños existentes, herramientas y sistematización de datos y resultados en el marco de la investigación cuantitativa.

Contenidos Mínimos

La ética en el proceso de investigación científica. Elementos de un proyecto de investigación y su evaluación. Fundamentación, pertinencia y relevancia del tema. Objetivos generales y específicos. Marco teórico. Método de la investigación. Diseño de la investigación. Cronograma. Evaluación del proyecto. Definición de líneas y programas de investigación. Informe y sus componentes.

○ *TALLER DE TESIS*

Objetivos

- Comprender las pautas para el desarrollo del plan de tesis.
- Integrar los conocimientos adquiridos y procedimientos provenientes de la Metodología de investigación con problemáticas de la especialidad.
- Diseñar y organizar el plan de tesis.



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



Contenidos Mínimos

Conceptos generales sobre informe, monografía y tesis. Presentación de la tesis. Contexto de realización. Título, planteamiento, formulación, sistematización del problema, objetivo de la tesis, justificación, marco teórico, hipótesis, metodología, plan de análisis de datos, cronograma de actividades, resultados esperados. Pautas para la presentación del trabajo escrito. La presentación y comunicación de la tesis.
