



Ministerio de Capital Humano  
Universidad Tecnológica Nacional  
Facultad Regional Rosario

Rosario, 05 de marzo de 2024.-

VISTO el Expediente ID N° 8157125, relacionado con la presentación del Programa Analítico de la asignatura electiva "Transferencia de Energía Térmica", correspondiente a la carrera Ingeniería Mecánica – Plan 1994 A, y

**CONSIDERANDO**

Que los objetivos y contenidos del mismo se ajustan a la reglamentación vigente.

Que dicho programa cuenta con el aval del respectivo Consejo Departamental.

Que la Comisión de Enseñanza evaluó la presentación y aconsejó su aprobación.

Por ello y atento a las atribuciones otorgadas por el artículo 85° del Estatuto Universitario.

**EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD REGIONAL ROSARIO  
DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL**

**RESUELVE:**

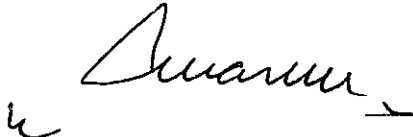
ARTÍCULO 1°.- Aprobar el Programa Analítico de la asignatura electiva "Transferencia de Energía Térmica" de la carrera Ingeniería Mecánica – Plan 1994 A, que se agrega como Anexo I de la presente resolución.


ARTÍCULO 2°.- Establecer que la misma tendrá validez durante cuatro ciclos lectivos consecutivos, según la Ordenanza N° 1383 – Lineamientos para la implementación de asignaturas electivas para las carreras de grado en el ámbito de la Universidad.

ARTÍCULO 3°.- Regístrese. Comuníquese. Cumplido, archívese.

**RESOLUCIÓN N° 116**

UTN
FRRo
C.D.
S.R.

  
Ing. Rubén Fernando CICCARELLI  
Decano

  
Ing. Antonio Luis MUIÑOS  
Secretario Académico

**Programa Analítico (2024)**

**TRANSFERENCIA DE ENERGÍA TÉRMICA**

**1. Datos Generales de la Actividad Curricular**

<i>Datos Administrativos</i>	
Departamento: <b>Ingeniería Mecánica</b>	
Carrera: <b>Ingeniería Mecánica</b>	
Plan de estudios: <b>94A (Ord. 1027)</b>	
Nivel de la carrera: <b>3°</b>	
Bloque curricular: <b>Tecnologías Aplicadas</b>	
Área: <b>Térmica y Fluidos</b>	
Carácter: <b>Electiva</b>	
Régimen de dictado: <b>Anual</b>	
Carga horaria semanal (hs. cátedra): <b>4</b>	
Carga horaria total (hs. reloj): <b>96</b>	
<i>Correlatividades</i>	
<i>Asignaturas correlativas previas</i>	<i>Asignaturas correlativas posteriores</i>
Para cursar y rendir, debe tener cursada o cursar simultáneamente:	Si se cuenta dentro de las 10 hs. cátedra de Electivas, debe tener aprobada para rendir:
- <b>Termodinámica</b>	- <b>Proyecto Final</b>
Para cursar y rendir, debe tener aprobada:	
- <b>Análisis Matemático II</b>	
- <b>Física II</b>	

**2. Fundamentación de la Asignatura dentro del Plan de Estudios**

El espacio curricular "Transferencia de Energía Térmica" es una asignatura electiva que se ubica en el 3° año del diseño curricular para la formación de Ingenieros Mecánicos.

ANEXO I

La propuesta formativa de esta asignatura apunta a ofrecer al estudiante un panorama sobre de la importancia del estudio y aplicaciones de los mecanismos de transmisión del calor, mediante el desarrollo de relaciones básicas para calcular flujos de calor y distribuciones de temperaturas, así como también adquirir las herramientas necesarias para resolver problemas de Ingeniería relacionados con el tema. Se hace énfasis en la comprensión física y analítica de la transmisión del calor por conducción, convección y radiación, para el diseño de intercambiadores de calor y sistemas que involucren cambios de fase en los procesos y aplicaciones de energía; se analizarán distintos sistemas frigoríficos y aplicaciones de la refrigeración como medio de conservación de alimentos.

Este espacio curricular aplica conocimientos, habilidades y destrezas adquiridas en otras asignaturas del plan de estudios, nutriéndose de aportes disciplinares específicos de Física II (2º año); se articulará en forma horizontal con Termodinámica (3º año) y aportará, en forma vertical, conocimientos para Tecnología del Calor (4º año).

3. Competencias

<i>Competencias Genéricas</i>	<i>Nivel de Aporte</i>
CG.1. Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.	Medio
CG.4. Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería.	Medio
CG.6. Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.	Medio
CG.7. Comunicarse con efectividad.	Medio
<i>Competencias Específicas</i>	<i>Nivel de Aporte</i>
CE.1.1. Diseñar y desarrollar proyectos de máquinas, estructuras, instalaciones y sistemas mecánicos, térmicos y de fluidos mecánicos, sistemas de almacenaje de sólidos, líquidos y gases; dispositivos mecánicos en sistemas de generación de energía; y sistemas de automatización y control aplicando metodologías asociadas a los principios de cálculo, diseño y simulaciones para valorar y optimizar, con sentido crítico e innovador, responsabilidad profesional y compromiso social.	Medio
CE.1.2. Calcular e implementar tecnológicamente una alternativa de solución a lo antes mencionado, aplicando metodologías	Medio

ANEXO I

asociadas a los principios de cálculo, diseño y simulaciones para valorar y optimizar, con sentido crítico e innovador, responsabilidad profesional y compromiso social.	
--	--

4. **Objetivos**

<p><i>Objetivos</i></p>
<p><b>Objetivos Generales</b></p> <p>Para los temas a desarrollar en esta asignatura, se plantea que los estudiantes sean capaces de:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Adquirir los conocimientos y habilidades necesarias para abordar temas específicos de transmisión del calor y a partir de ellos generalizarlos a problemas que se presenten en el desarrollo de su vida profesional.</li><li>• Comprender la importancia de los mecanismos de transferencia del calor en los procesos industriales y a partir de ello mejorar la eficiencia energética en diversas actividades ingenieriles.</li></ul>
<p><b>Objetivos Específicos de cada Eje Temático</b></p> <p><b>1- EJE TEMÁTICO "A"</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Formular la naturaleza de la transferencia del calor y su relación con la Termodinámica.</li><li>• Interpretar y aplicar las leyes características de los mecanismos básicos y combinados de transferencia del calor, e identificar las propiedades de los fluidos y de los materiales involucrados en dichos mecanismos.</li><li>• Desarrollar los procesos de conducción multidimensional en estado estacionario (estable) y en régimen transitorio (variable con el tiempo), los procesos de convección con y sin cambio de fase y los procesos de radiación en presencia de gases y vapores.</li><li>• Aplicar las distintas leyes a situaciones prácticas.</li></ul> <p><b>2- EJE TEMÁTICO "B"</b></p>

**ANEXO I**

- Aplicar las distintas leyes de la transferencia del calor al cálculo ingenieril de intercambiadores de calor, sistemas de refrigeración y congelación de uso general y en procesos de conservación de alimentos.
- Aplicar criterios adecuados para optimizar la selección y/o dimensionamiento de intercambiadores de calor, sus detalles constructivos, materiales, etc.
- Interpretar catálogos de fabricantes de intercambiadores de calor.

**5. Contenidos****EJE TEMÁTICO "A": FORMAS DE TRANSFERENCIA DE CALOR****➤ Unidad Didáctica 1: Introducción y conceptos básicos**

Formas de transferencia del calor: conducción, convección y radiación. Propiedades de los materiales.

**➤ Unidad Didáctica 2: Conducción de calor en estado estacionario y en régimen transitorio**

Conducción estacionaria unidimensional: conducción en paredes planas, cilindros y esferas, de una o múltiples capas. Radio crítico de aislamiento. Sistemas sin fuente de calor interna. Sistemas con generación de calor interna. Conducción estacionaria multidimensional: ecuación de Fourier, de Poisson y de Laplace. Métodos analítico y numérico. Transferencia de calor desde superficies extendidas. Eficiencia y Efectividad de la aleta. Sistemas de conducción - convección. Coeficiente de transmisión de calor desde superficies extendidas. Conducción en régimen transitorio: sistemas unidimensionales y multidimensionales. Módulos de Biot y Fourier. Soluciones analíticas y gráficas para conducción variable con el tiempo.

**➤ Unidad Didáctica 3: Fundamentos de la convección. Convección externa e interna forzada**

Coeficiente de convección. Definición del número de Reynolds, de Nusselt, de Prandtl, de Grashof. Capa límite hidrodinámica: flujo laminar y turbulento. Capa límite térmica. Región y Longitud de entrada. Análisis térmico general. Flujo laminar y turbulento en tubos. Flujo a través de banco de tubos.

**➤ Unidad Didáctica 4: Convección natural o libre**

Sobre placa plana vertical. Sobre superficies en general. Convección natural en espacio cerrado. Convección natural y forzada combinada.

ANEXO I

➤ **Unidad Didáctica 5: Cambio de fase: ebullición y condensación**

Transferencia de calor en la ebullición. Transmisión de calor en la condensación: condensación en película y condensación por gotas.

➤ **Unidad Didáctica 6: Fundamentos de la radiación térmica. Transferencia de calor por radiación**

Radiación del cuerpo negro. Ley de Stefan - Boltzmann. Propiedades de la radiación. Ley de Kirchhoff. Factor de forma o visión. Radiación de cuerpos grises. Pantallas o blindajes contra la radiación. Radiación de gases no luminosos. Radiación de llamas luminosas. Radiación de llamas de polvo de carbón.

EJE TEMÁTICO "B": APLICACIONES DE LA TRANSMISIÓN DE CALOR

➤ **Unidad Didáctica 7: Intercambiadores de calor**

Tipos de intercambiadores: flujo paralelo y contraflujo. Coeficiente total de transferencia de calor. Diferencia media logarítmica de temperatura. Factor de corrección: para pasos múltiples y de flujo cruzado. Efectividad. Factor de ensuciamiento. Intercambiadores térmicos entre aire/ líquidos y fluidos refrigerantes. Enfriadores evaporativos y torres de enfriamiento.

➤ **Unidad Didáctica 8: Refrigeración**

Sistemas frigoríficos: compresión mecánica de vapor, absorción, termoeléctrico. Refrigerantes: clasificación, nomenclatura, propiedades físicas y químicas, Protocolo de Montreal e impacto en el medio ambiente. Agua de enfriamiento: ventajas e inconvenientes derivados del uso de agua como fluido de intercambio, características fisicoquímicas de las aguas de intercambio. Cámaras o recintos de refrigeración, congelación y salas climatizadas. Aspectos generales de diseño y construcción.

➤ **Unidad Didáctica 9: Aplicaciones en la industria de la alimentación**

Introducción y conceptos. Aplicación por calentamiento: esterilización, pasteurización, secado, evaporación. Aplicación por enfriamiento: refrigeración, congelación. La refrigeración y congelación como medios de conservación de alimentos. Usos de la refrigeración y congelación en procesos industriales. Cálculo del tiempo de congelación.

6. Metodologías de Enseñanza-Aprendizaje y de Evaluación

ANEXO I

El equipo docente diseña e implementa estrategias de aprendizaje activas y centradas en las y los estudiantes, orientadas al desarrollo de las competencias de egreso, de acuerdo a los lineamientos establecidos en el apartado 6 del Diseño Curricular de la carrera de Ingeniería Mecánica. Se configuran también estrategias de evaluación formativas y sumativas, enunciándose las formas e instrumentos de evaluación a utilizar para poder acreditar el desarrollo de las competencias indicadas en los niveles esperados. A los efectos, se especifican las modalidades de aprobación directa, aprobación no directa (regularización) y examen final de la asignatura. Estos apartados se describen en detalle en el plan anual de actividades de la asignatura.

7. Bibliografía

APUNTES DE LA CÁTEDRA para todas las Unidades Didácticas (actualizado año 2024)

SANGUINETTI REMUSGO, Ernesto, *"Manual de Refrigeración y Acondicionamiento de Aire"* - 1ª Ed. Macro (2017)

MONTES PITA, María José, MUÑOZ DOMÍNGUEZ, Marta, ROVIRA de ANTONIO, Antonio - *"Ingeniería Térmica"* - 1ª Ed. UNED (2014)

CENGEL, Yunus A., GHAJAR, Afshin J. - *"Transferencia de Calor y Masa"* - 4ª Ed. McGraw Hill (2011)

WIRZ, Dick, *"Refrigeración comercial para técnicos de aire acondicionado"* - Editorial Paraninfo (2008)

QUADRI, Néstor P., *"Instalaciones de Aire Acondicionado y Calefacción"* - Alsina (2008)

QUADRI, Néstor P., *"Manual de aire acondicionado y calefacción; cálculo y diseño"* - Editorial Alsina (2005)

PITA, Edward G. - *"Acondicionamiento de Aire - Principios y Sistemas"* - 2ª Ed. CECSA (2005)

IBARZ RIBAS, Albert, BARBOSA-CÁNOVAS, Gustavo V. - *"Operaciones unitarias en la Ingeniería de Alimentos"* - Ediciones Mundi-Prensa - Edición (2005)

CASP VANACLOCHA, Ana, ABRIL REQUENA, José - *"Procesos de conservación de alimentos"* - Ediciones Mundi-Prensa - 2ª Edición (2003)

RODRÍGUEZ SOMOLINOS, Francisco (editor) - AGUADO ALONSO, José - CALLES MARTÍN, José Antonio - CAÑIZARES, Pablo - LÓPEZ PÉREZ, Baldomero - SANTOS LÓPEZ, Aurora - SERRANO GRANADOS, David Pedro - *"Ingeniería de la industria"*

ANEXO I

*alimentaria - Volumen III - Operaciones de conservación de alimentos* - Editorial Síntesis (2002)

MANRIQUE VALADEZ, José Ángel - *"Transferencia de Calor"* - 2ª Ed. Alfaomega (2002)

QUADRI, Néstor P., *"Sistemas de Aire Acondicionado"* - 1ª Ed. Alsina (2001)

KERN, Donald Q. - *"Procesos de Transferencia de Calor"* - 31ª Ed. CESCA (1999)

INCROPERA, Frank R., DE WITT, David P. - *"Fundamentos de Transferencia de Calor"* - 4ª Ed. Prentice Hall (1999)

HOLMAN, Jack Philip - *"Transferencia de Calor"* - 10ª Ed. McGraw Hill (1999)

FERNÁNDEZ DÍEZ, Pedro - *"Ingeniería Térmica y de Fluidos"* (Transferencia de Calor) - 1ª Ed. Universidad de Cantabria (1992)

GUIDI, Guido - *"Transmisión del Calor"* - Ed. Nueva Librería (1986)

CHAPMAN, Alan J. - *"Transmisión del Calor"* - 3ª Ed. Bellisco (1984)

CAO, Eduardo - *"Intercambiadores de Calor"* - 1ª Ed. Edigen (1983)

CARRIER AIR CONDITIONING COMPANY, *"Manual de aire acondicionado"* - Editorial Marcombo (1980)

PITTS, Donald R., SISSOM, Leighton E. - *"Teoría y Problemas de Transferencia de Calor"* - 1ª Ed. McGraw Hill (1979)

STOECKER, W. F., *"Refrigeración y Acondicionamiento de Aire"* - McGraw Hill (1978)

HARRIS, Norman C., *"Equipos de Aire Acondicionado"* - Hispano Americana S.A. (1961)