Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Buenos Aires

PROGRAMA ANALÍTICO

Departamento: Ingeniería Química

Carrera: Ingeniería Química

Nombre de la actividad curricular: Tecnología de la Energía Térmica

Área: Ingeniería Química

Bloque: Tecnologías Aplicadas

Nivel: IV

Tipo: Obligatoria

Modalidad: Cuatrimestral

Carga Horaria total: H. Reloj: 96 H. Cátedra: 128

Carga horaria semanal: H. Reloj: 6 H. Cátedra: 8

FUNDAMENTACIÓN

La asignatura tecnología de la energía aplica los fundamentos de transferencia de energía al diseño de equipos de intercambio de calor, con y sin cambio de fase.
Induce a la valoración de la necesidad de utilizar nuevas fuentes de energía térmica y nuevos procesos de optimización energética para aumentar la eficiencia y minimizar el impacto ambiental.

OBJETIVOS

- Conocer, comprender, especificar y/o calcular equipos y sistemas de generación transferencia de calor en el campo de la ingeniería química.
- Minimizar las pérdidas energéticas en las corrientes de proceso y servicios auxiliares, en los procesos de transporte y almacenamiento de productos en las plantas de procesos químicos.
- -Comprender los principios del uso racional de la energía y aplicarlos en el diseño de equipos de transferencia o generación de calor.

CONTENIDOS

Contenidos mínimos

Transferencia de energía térmica, incluyendo radiación, en el campo de la Ingeniería Química.
Intercambiadores
Condensadores
Evaporadores
Calderas y hornos
Sistema de refrigeración
Optimización de Sistemas

Fuentes alternativas de energía

Contenidos analíticos

Unidad Temática 1: BALANCE DE ENERGÍA. COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSFERENCIA. FOULING
Coeficiente pelicular convectivo, coeficiente global de transferencia de calor limpio, resistencia controlante. Coeficiente pelicular local, medio aritmético y medio logarítmico. Resistencia de ensuciamiento y coeficiente global de diseño. Temperatura de pared. Fuerza impulsora térmica local.

Unidad Temática 2: CONDUCCIÓN Y AISLACIÓN
Sistemas aislantes. Necesidad y criterios de selección de materiales. Propiedades básicas de mate-riales. Conductividad aparente. Diseño básico de aislaciones en sistemas frío y caliente y cálculo de pérdidas (incluidas pérdidas por radiación). Eficiencia de un aislamiento y criterios de selección de espesores. Espesor económico. Referencia normas ASTM C 680. Protección de aislaciones y criterios de seguridad y ambientales: referencias.

Unidad Temática 3: CONVECCIÓN. FUERZA IMPULSORA. INTERCAMBIADORES DOBLE TUBO. TEMPERATURA CALÓRICA
Intercambiadores de doble tubo. Ecuación de Fourier. Fuerza impulsora media logarítmica: definición y aplicación a diseño, limitaciones. Temperatura calórica. Correlaciones por convección forzada para flujo en tubos y ánulos. Ensuciamiento. Convección mixta. Adimensionales característicos y sentido físico. Caída de presión en intercambiadores doble tubo. Intercambiadores de doble tubo aletado.

Unidad Temática 4: INTERCAMBIADORES DE CASCO Y TUBOS
Intercambiadores de casco y tubos. Tipos y características. Normas TEMA: nomenclatura, clasificación tipo de C y T. Alcances de la norma. Criterios de selección básicos. Aplicación de Ecuación de Fourier modificada para su diseño (fluidos puros y pseudo- puros). Alcances y limitaciones del método global, factor de corrección de temperatura Ft y delta t verdadero. Correlaciones de Kern, alcances y limitaciones. Variables de diseño en casco y tubos y análisis de performance. Método Bell-Delaware: mejoras en el diseño y nuevas variables. Método NTU: principios y aplicaciones para dimensionamiento y simulación o performance de distintos tipos de equipos de intercambio de calor. Alcances y limitaciones.

Unidad Temática 5: SISTEMAS NO ESTACIONARIOS. OTROS INTERCAMBIADORES DE PLACAS
Aplicaciones no estacionarias (sistema Bach: tanques agitados con camisa y con serpentín). Correlaciones básicas para cálculo de coeficientes peliculares y pérdidas de potencia. Intercambiadores de placas: descripción y aplicaciones. Ventajas y desventajas comparativas con respecto a los intercambiadores de casco y tubos.

Unidad Temática 6: REFRIGERACIÓN
Refrigeración por compresión: Selección del refrigerante y ciclo versus temperatura requerida y disponibilidad del medio de condensación. COP y otros parámetros de evaluación de performance de ciclos. Ahorro de costos y variables incidentes en los mismos: referencias. Aspectos de seguridad y ambientales de refrigerantes (Ref. ASRHAE y otras).

Unidad Temática 7: CONDENSACIÓN- CONDENSADORES
Clasificación: tipos, usos, ventajas y desventajas. Régimen de película laminar: Ec. de Nusselt. Condensación vertical versus horizontal. Temperatura de pared. Condensación dentro carcasa y dentro de tubos. Re en condensación. Régimen de condensación en geometría vertical y horizontal. Régimen turbulento: referencias. Diseño de condensadores tipo C y T (fluidos puros y pseudo puros). Diseño de sobrecalentadores y sub-enfriadores: diferencia de temperatura media balanceada, hipótesis, alcances y limitaciones del método. Análisis de performance de condensadores (NTU o por verificación).

Unidad Temática 8: EBULLICIÓN REBOILERS Y VAPORIZADORES
Clasificación de intercambiadores con vaporización: tipos y aplicaciones. Ebullición en masa: mecanismo de ebullición nucleada. Correlaciones, variables, delta T exceso y flujo crítico. Temperatura de pared. Diseño de marmitas. Análisis de performance (NTU y por cálculo). Diseño de termosifones: referencias y variables de diseño, análisis de un caso. Reboilers de circulación forzada: referencias y variables de diseño. Comparación entre los mismos.

Unidad Temática 9: AEROENFRIADORES Y AEROCONDENSADORES
Superficies extendidas: aeroenfriadores y aerocondensadores. Tipos y aplicaciones. Componentes. Correlaciones básicas para coeficientes peliculares en superficies extendidas y factores de fricción en las mismas. Eficiencia de superficie aletada. Variables de diseño: criterio de selección del número de filas. Análisis de performance (NTU o cálculo de coeficientes). Ventiladores, número y potencia requerida.

Unidad Temática 10: TRANSFERENCIA DE CALOR POR RADIACIÓN Y RADIACIÓN/CONVECCIÓN. HORNOS.
Radiación sólido- gas. Gases de combustión (sin partículas). Propiedades radiantes: emisividad y absortividad. Intercambio de energía por radiación: calor transferido local por radiación en banco de tubos lisos. Hornos de procesos: tipos caja o cilíndricos. Referencias de tasas de transferencia tipo y eficiencias. Método de Lobo Evans: verificación de transferencia de energía térmica en la cámara radiante. Calderas: distintos tipos.

Unidad Temática 11: ENERGÍAS ALTERNATIVAS
Fuentes renovables de energía térmica: Energía solar y geotérmica. Colectores solares: propiedades y tipos de aplicaciones con referencias de eficiencias. Fluidos de trabajo: referencias. Energía geotérmica: fuentes térmicas potenciales y su calidad energética en Argentina

DISTRIBUCIÓN DE CARGA HORARIA ENTRE ACTIVIDADES TEÓRICAS Y PRÁCTICAS

Tipo de actividad	Carga horaria total en hs. reloj	Carga horaria total en hs. cátedra
Teórica	29	39
Formación Práctica	67	89

Tipo de actividad	Carga horaria total en hs. reloj	Carga horaria total en hs. cátedra
Formación experimental	2	3
Resolución de problemas	31	41
Proyectos y diseño	34	45
Práctica supervisada	0	0

ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

a) Modalidades de enseñanza empleadas según tipo de actividad (teórica-práctica)

Clases teóricas:

Se usa la técnica de exposición verbal, con soporte en transparencias y power point y el uso continuo de las guías de TP. Se hace uso de la técnica inductiva-deductiva. Se fomenta la participación del alumno para trabajar en los temas vinculados a la asignatura, y la articulación efectiva entre teoría y práctica es una constante en la concepción de la currícula y su transmisión.

Resolución de problemas

La principal actividad planteada en la metodología de enseñanza es resolver problemas de verificación y diseño de equipos, o situaciones más simples según las unidades temáticas. Según la complejidad de los ejercicios, se pueden resolver los mismos en grupos de alumnos teniendo en cuenta distintas variables o alternativas. Las guías de TP permiten la resolución de problemas con dificultad creciente.

Proyecto y Diseño: Realización de un TP en forma grupal:

El trabajo tiene su Reglamento de 'funcionamiento y ejecución. (Informe, planilla seguimiento, etc.). Se aplican cuatro/cinco unidades temáticas integradas, (Refrigeración, Condensación, Ebullición, Superficies Extendidas (opcional), Aislaciones y Pautas URE), para la resolución de un Circuito de Refrigeración por compresión de vapor para servicios específicos.

Metodología: se realiza con un máximo de 4/5 alumnos por grupo.

Etapas de resolución y entregas: Son 3 (tres) etapas, con evaluación en cada una y un final grupal con evaluación individual. Etapa 1: Selección del servicio y ciclo, Etapa 2: Diseño del Enfriador, Etapa 3: Diseño del condensador, y su aislación u otro si corresponde. Cada etapa es evaluada en forma individual y se tiene en cuenta en la evaluación final del trabajo, los antecedentes, la calidad del trabajo, y el análisis preliminar de performance y alcance de aplicación de los diseños realizados.

Parte de este trabajo se realiza utilizando software específico disponible en el Laboratorio de Simulación de Procesos Químicos.

Formación Experimental: Práctica de Planta Piloto:

- Estudio de calentamiento enfriamiento en tanque agitado con serpentín en estado no estacionario (escala Planta Piloto).

b) Recursos didácticos para el desarrollo de las distintas actividades (guías, esquemas, lecturas previas, computadoras, software, otros)

- Pizarrón
- Filminas
- Cañón
- Guía de Trabajos Prácticos (*)
- Guía de Trabajo Práctico Integrador (*)
- Soporte Teórico-Práctico (*)
- Presentaciones de las clases teóricas (*)

(*) El material se encuentra disponible a través del sitio de Internet de la Cátedra.

EVALUACIÓN

Modalidad (tipo, cantidad, instrumentos)
El método de evaluación, se informa en la presentación de la asignatura respaldado por un documento de la cátedra disponible en el sitio de Internet de la misma.
Se requiere para regularizar la asignatura, la aprobación de 2 (dos) parciales y del Trabajo Práctico Integral (TPI) en forma individual y presentar el informe de Planta Piloto. Cada parcial tiene dos instancias de recuperación.
Para la aprobación de la materia se requiere de la aprobación de un examen final.

Requisitos de regularidad
Aprobar las instancias de exámenes parciales, los trabajos prácticos de laboratorio y contar con el porcentaje de asistencia requerido por la reglamentación vigente. Cada evaluación tiene dos instancias de recuperación.

Requisitos de aprobación
Aprobar el examen final.

Requisitos de promoción
Para la promoción, de acuerdo a Ord. Nº1549, se requiere la aprobación de 2 (dos) parciales, el Trabajo Práctico Integral (TPI) en forma individual y su cuestionario correspondiente, y presentar el informe de Planta Piloto. Se permite una única instancia de recuperación en total para estas evaluaciones.

ARTICULACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL CON OTRAS MATERIAS
Tecnología de la Energía Térmica integra el área de Ciencias Tecnológicas Aplicadas dentro del cuarto nivel, de acuerdo al Manual de Acreditación para Carreras de Ingeniería (CONFEDI). La asignatura articulará en su desarrollo los contenidos afines con las siguientes materias del área:

Fenómenos de Transporte
Suministra los conocimientos básicos para el desarrollo de las técnicas de cálculo para la verificación y diseños de equipos de transferencia de calor.
Integración IV

Sus contenidos incluyen la Simulación de Procesos, con lo cual se propone realizar trabajos en conjunto de simulación donde intervengan procesos energéticos que involucren a la asignatura a lo largo de su desarrollo.

Operaciones Unitarias I

Sus contenidos incluyen todo lo referente al flujo de fluidos. Se propone incluir en los trabajos de simulación conceptos y equipos referidos al flujo de fluidos.

Además incluye tanques agitados.

Operaciones Unitarias II

Sus contenidos incluyen todo lo referente a la transferencia de masa. La destilación es el proceso por excelencia donde confluyen la transferencia de masa y la transferencia de energía térmica.

Ingeniería de las Reacciones Químicas

Sus contenidos incluyen a los reactores no-isotérmicos agitados. Este punto confluye con los sistemas Bach (tanques agitados).

Integradora V

Al integrar a todas las asignaturas de las Ciencias Tecnológicas Aplicadas, la asignatura Tecnología de la Energía Térmica es un pilar fundamental.

El equipo docente participa de reuniones intercátedras convocadas por Departamento, a fin de generar acuerdos temáticos y de metodologías que faciliten la articulación horizontal y vertical entre las distintas asignaturas

CRONOGRAMA ESTIMADO DE CLASES

Unidad Temática	Duración en hs cátedra
1	14
2	5
3	7
4	18
5	18
6	16
7	21
8	11
9	7
10	9
11	2

BIBLIOGRAFÍA OBLIGATORIA

Cao, E. (2011). *Transferencia de calor en Ingeniería de Procesos*. Nueva Librería.
Kern, D. (2000). *Procesos de transferencia de calor*. Compañía Editorial continental S. A.
Coker, A. K. (2007-2010-2014). *Ludwig's applied process design for chemical and petrochemical plants*. (Vols. 1-2-3). Gulf Publishing Company.
Ludwig, E. (2001). *Applied process design for chemical and petrochemical plants*. (Vol. 1). Gulf Publishing Co.
Ludwig, E. E. (1995).*Applied process design for chemical and petrochemical plants*. (Vol. 1). Gulf Publishing Co.
Ludwing, E. E. (1993). *Applied process design for chemical and petrochemical plants*. (Vol. 2). Gulf Publishing Co.
Ludwing, E. E. (1993). *Applied process design for chemical and petrochemical plants*. (Vol. 3). Gulf Publishing Co.
Perry, R. H. y Green, D. W. (2001). *Manual del Ingeniero Químico*. (Vols. 1-2-3-4). McGraw Hill.
Hewitt, G. F., Shires, G. L., & Bott, T. R. (1994). *Process heat transfer*. CRC Press.
Holman, J. P. (1998). *Heat transfer.* McGraw Hill.
Isachenko, V., Osipova, V. y Sukomel, A. (1979). *Transmisión del calor*. Marcombo S.A.
Douglas, M. J. (1988). *Conceptual design of chemical processes*. McGraw Hill.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Normas TEMA, ASTM C 680, API 661 y otras.
Utglar Banyeras, LL., Villarrubia López, M., Miranda Barreras, A. L. (2017). *Manual de aire acondicionado Carrier*. Marcombo.
Peters, M. S. y Timmerhaus, K. D. (1979). *Diseño de plantas y su evaluación económica para Ingenieros Químicos*. Mc Graw Hill
Peters, M. S. y Timmerhaus, K. D. (1985). *Diseño de plantas y su evaluación económica para Ingenieros Químicos*. Mc Graw Hill.
Kays, W. M., Crawford, M. E. & Weigand, B. (2004). *Convective heat and mass transfer*. McGraw Hill.
Collier J. G., & Thome J. R. (1999). *Convective boiling and condensation*. Oxford University Press.
Holman J. P. (1991). Transferencia de calor. McGraw Hill.
Holman J. P. (1990). Heat transfer. McGraw Hill.
Perry, R. H. y Green, D. W. (2001). *Manual del ingeniero químico*. (Vols. 1-2-3-4). McGraw Hill.