

PROGRAMA DE ASIGNATURA

ACTIVIDAD CURRICULAR: **TERMODINÁMICA Y MÁQUINAS TÉRMICAS**

Código: 072526

Área: Tecnología

Bloque: Tecnologías Básicas

Nivel: 3º

Tipo: Obligatoria

Modalidad: Anual

Carga Horaria Total: 96 hs. reloj // 128 hs. cátedra

Carga Horaria Semanal: 3 hs. reloj // 4 hs. cátedra

COMPOSICION DE LA CATEDRA:

Profesores:

Director de cátedra: Ing. Mario Ricardo Alonso

Adjunto: Ing. Jorge Salcedo

Adjunto: Ing. Omar Fainberg

Adjunto: Ing. Rodolfo Pedro

Adjunto: Ing. Fabián Carbone

Adjunto: Ing. Nicolás Lipchak

Auxiliares de Trabajos Prácticos:

Ayudante alumna: María de la Paz Arena

Ayudante alumno: Agustín Peralta

FUNDAMENTACIÓN DE LA ASIGNATURA:

El ingeniero industrial de la UTN debe ser capaz de cumplir funciones en el campo de la gestión organizativa como en la productiva. Debe ser el nexo entre los sectores productivos, económicos, administrativos y del mercado, por lo que el conocimiento de los procesos de conversión energética y termomecánicos es de vital importancia para que pueda:

- a) Planificar y organizar plantas industriales y plantas de transformación de los recursos naturales en bienes industrializados y servicios.
- b) Proyectar las instalaciones necesarias para el desarrollo de procesos productivos destinados a la producción de bienes industrializados y dirigir su ejecución y mantenimiento.

Dentro de este contexto la orientación del área Tecnológica debe basarse en facilitar todas las herramientas básicas que sirvan para la formación de la especialidad que el perfil del ingeniero industrial de la UTN se propone.

De esta manera, los objetivos generales que se proponen con la asignatura son:

- Integrar los conocimientos que se van incorporando con la práctica profesional, es decir integrar el saber con el hacer.
- Relacionar los conceptos y procedimientos a partir de situaciones problemáticas incluidas en la actividad profesional.
- Asignar un significado concreto a los conceptos que se desarrollan en el programa.

OBJETIVOS:

a) Objetivos Generales (S/Ord. 1114/06):

- Adquirir los conocimientos básicos de la Termodinámica desde el punto de vista teórico y de la formación del criterio para relacionar los conceptos básicos con la realidad ingenieril y la aplicación tecnológica en las máquinas térmicas.
- Interpretar los procesos de conversión energética en el área de las máquinas térmicas con enfoque realista y aplicado.
- Conocer el adecuado uso de los recursos energéticos, generando conciencia del uso racional de la energía en la preservación de los ecosistemas y el medio ambiente.

b) Objetivos Específicos:

- Lograr internalizar el conocimiento de los temas de la asignatura.
- Potenciar la aptitud para el trabajo y discusión en equipo.
- Inducir a la búsqueda de información bibliográfica.
- Comprender el funcionamiento de los diferentes equipos térmicos que constituyen una empresa.
- Destacar e inducir a la investigación de nuevas fuentes de energía y usos que contribuyan a una mejor calidad de vida preservando el medio ambiente.

CONTENIDOS:

a) Contenidos Mínimos (Según Ordenanza):

- Conceptos fundamentales.
- Calor y trabajo.
- Primer principio de la termodinámica para sistemas cerrados y abiertos.
- Gases ideales y reales. Transformaciones.

- Segundo principio de la Termodinámica. Reversibilidad e irreversibilidad.
- Teorema de Carnot. Cero absoluto de temperatura.
- Teorema de Clausius..Entropía.
- Exergía. Anergía. Exergía de sistemas cerrados y abiertos. Rendimiento exergético.
- Regla de las fases, Vapores. Ciclos de Vapor
- Aire húmedo.
- Ciclos de potencia de gas. Turbinas de gas.
- Máquinas Térmicas y Ciclos Combinados

b) Contenidos Analíticos:

Unidad Temática 1: CONCEPTOS FUNDAMENTALES

Conceptos fundamentales Sistema, medio, universo. Estado de un sistema. Puntos de vista macro y microscópico. Parámetros y funciones de estado. Parámetros intensivos y extensivos. Sistemas homogéneos y heterogéneos - Equilibrio térmico, mecánico y químico. Concepto de transformación. Ciclos. Sistemas cerrados y abiertos. Sistema de unidades.

Unidad Temática 2: PRIMER PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA

Primer principio. Trabajo y calor. Expresión del primer principio para sistemas cerrados. Energía interna. Entalpía. Transformaciones cuasi estáticas. Expresión del primer principio para sistemas abiertos.

Unidad Temática 3: GASES IDEALES Y REALES

Gases. Ecuación de estado del gas ideal. Escala de temperatura absoluta. Experiencia de Joule-Thompson. Ley de Joule. Mezcla de gases ideales. Sus leyes. Gases reales. Ecuación de Van der Waals. Estados correspondientes. Coeficiente de compresibilidad.

Unidad Temática 4: TRANSFORMACIONES DE GASES IDEALES

Transformaciones con gases ideales. Isotérmicas, adiabáticas, isocoras, e isobaras. Diagrama de Clapeyron. Representación de las transformaciones en el diagrama de Clapeyron.

Unidad Temática 5: SEGUNDO PRINCIPIO DE LA TERMODINAMICA

Segundo principio. Concepto de Máquinas térmicas. Enunciado de Carnot, Kelvin, Planck y Clausius. Su equivalencia. Reversibilidad e irreversibilidad. Ejemplos. Teorema de Carnot. Escala termodinámica de temperaturas. Concepto de cero absoluto. Teorema de Clausius.

Unidad Temática 6: ENTROPIA

Entropía. Propiedades. Variación de entropía en transformaciones adiabáticas, reversibles e irreversibles. Variación de entropía del universo. Entropía para gases ideales. Diagrama entrópico de gases ideales.

Unidad Temática 7: EXERGÍA

Exergía. Anergía. Concepto. Exergía de sistemas cerrados y abiertos. Variación de exergía del universo. Concepto de rendimiento exergético. Exergía de fuentes finitas e infinitas de calor.

Unidad Temática 8: VAPORES

Vapores. Regla de las fases. Vapor y líquido saturado, vapor húmedo y sobrecalentado. Parámetros termodinámicos. Calor de vaporización. Ecuación de Clapeyron -Clausius. Punto crítico. Tablas Diagramas entrópicos.

Unidad Temática 9: AIRE HÚMEDO

Aire húmedo Concepto de humedad absoluta y relativa. Grado de saturación. Entalpía del aire húmedo. Diagramas psicrométrico y de Mollier. Temperatura de rocío, bulbo húmedo y bulbo seco. Procesos con aire húmedo.

Unidad Temática 10: CICLOS DE MÁQUINAS TÉRMICAS A VAPOR

Ciclos de máquinas térmicas de vapor. Ciclos de Carnot, Rankine, Rankine con sobrecalentamiento-Rendimiento de los ciclos optimización – Ciclos de Recalentamiento y Regenerativos con cámaras de mezcla y con intercambiadores de calor – Análisis de rendimiento

Unidad Temática 11: COMBUSTIBLES –COMBUSTIÓN

Combustibles-Combustión. Clasificación de los combustibles. Descripción y características de los combustibles utilizados en la Rep. Argentina. Fósiles: Carbón, Fuel-oil, Diesel oil, Gas oil, Gas natural. Renovables: Bagazo, cáscaras, leñas, etc.

Combustión estática. Estequiometría. Tipos de combustión. Exceso de aire. Ecuaciones de la combustión. Triángulo de Ostwald. Equipos para medir gases de combustión. Emisiones y control de emisiones (CO₂, NO_x, SO_x, etc) Introducción a la combustión dinámica.

Unidad Temática 12: TRANSMISIÓN DEL CALOR

Transmisión del Calor. Formas. Régimen estacionario. Conductibilidad térmica. Ley de Fourier. Ecuación fundamental en el interior de un cuerpo conductor de calor. Ecuación de Laplace. Analogía con la ley de Ohm. Conducción térmica en pared cilíndrica. Convección. Coeficiente de transmisión combinado. Intercambio de calor en el curso de cambios de estado. Valores de coeficientes. Transmisión total a través de pared cilíndrica en dos fluidos de distinta temperatura. Ejemplos prácticos. Intercambiadores de calor. Coeficiente de transmisión total. Comparación entre los tipos de circulación: contracorriente y corrientes paralelas. Radiación. Cuerpos negros. Leyes de la energía radiante. Ley de Planck. Ley de Wien. Ley de Stefan—Boltzmann. Intercambio de calor radiante en hornos. Abacos para la determinación de la cantidad de calor transmitida por radiación.

Unidad Temática 13 GENERADORES DE VAPOR

Generadores de vapor Clasificación. Calderas humotubulares, descripción de los distintos tipos. Calderas acuotubulares. Tipos de circulación agua-vapor. Calderas fabricadas en taller, calderas radiantes de circulación natural y asistida, calderas de recuperación, calderas de paso forzado. Descripción y campo de aplicación. Paredes de hogar, Domo, Economizador, Sobrecalentadores y

recalentadores. Quemadores. Circulación aire-gases. Tiro, ventiladores Calentadores de aire. Bombas de alimentación. Determinación del rendimiento y balance térmico en un generador de vapor.

Unidad Temática 14 TURBINAS DE VAPOR

Turbinas de vapor. Principio de funcionamiento y configuración mecánica. Toberas y difusores, teoría fluidodinámica, ecuación de derrame adiabático, variación de parámetros. Tipos y formas. Ecuación del intercambio de energía: Euler Tipos de turbinas de acción: Laval, Curtis y Ratteau, triángulo de velocidades. Turbinas de reacción: Grado de reacción, Turbina Parsons, triángulo de velocidades. Turbina de Gas – Compresor – Cámara de combustión y Turbina. Estudio de los ciclos ideales abiertos y cerrados - Ciclos reales – Ciclos Brayton con regeneración –Análisis de rendimientos. Condensadores. Función del condensador. Características. Tipos. Condensadores de superficie, descripción, detalles constructivos. Diseño: Ecuaciones de intercambio de calor, coeficientes, diagrama temperatura-superficie. Eyectores y bombas de vacío. Precalentadores de superficie, funcionamiento, materiales y detalles constructivos.

Unidad Temática 15: MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA

Motores de combustión interna – Conceptos fundamentales – Ciclos ideales y reales– Rendimientos térmicos y aplicaciones: Motores de 2 y 4 tiempos, encendido por chispa (Otto) y encendido por compresión (Diesel). Descripción del equipamiento: Carburación e inyección. Bomba inyectora.

Unidad Temática 16: CICLOS FRIGORÍFICOS

Ciclos frigoríficos y de bomba de calor con dos y tres fuentes. Su comparación. Coeficiente de efecto frigorífico y de bomba de calor-COP (coeficiente de performance). Ciclos frigoríficos a compresión de vapor. Ciclos frigoríficos por absorción.

DISTRIBUCIÓN DE LA CARGA HORARIA ENTRE ACTIVIDADES TEÓRICAS Y PRÁCTICAS:

Tipo de Actividad	Carga Horaria Total en Hs. Reloj	Carga Horaria Total en Hs. Cátedra
Teórica	62	83
Formación Práctica (Total)	34	45
Formación Experimental	9	12
Resolución de Problemas	25	33
Proyectos y Diseño	-	-
Práctica Supervisada	-	-

ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS:

a) Modalidades de Enseñanza empleadas según tipo de actividad (Teórica-Práctica):

Las clases se desarrollan sobre el esquema expositivo participativo.

Se emplea una filosofía de educación dinámica, creativa y participativa por parte del profesor y de los alumnos; Termodinámica y Máquinas Térmicas, es una materia que trata de la energía y sus diversas transformaciones y aplicaciones tecnológicas por eso se hace necesario un intercambio fluido y de reflexión por parte de los alumnos y profesores en el proceso del aprendizaje. La misma será acompañada con bibliografía adecuada, carpeta de trabajos prácticos e informe de laboratorios. Además se empleará metodología moderna, como todo lo referente a lo visual, proyector de transparencias, de imágenes por computación (cañón), salas de cómputo, software adecuados y seleccionados para la materia, cuidando siempre de no perder de vista el diálogo y la reflexión, las tareas que se lleven a cabo deben tener un enfoque amplio en lo teórico y en la aplicación tecnológica, en lo posible complementada con visitas a las plantas térmicas de generación de energía.

b) Recursos Didácticos para el desarrollo de las distintas actividades:

Las aulas donde se desarrollan las actividades teóricas tienen capacidad para albergar al alumnado. Para la exposición con fibra en pizarrón la infraestructura se considera suficiente. Se dispone de proyector de transparencias y cañón para presentaciones tipo power point en cantidad regular, aunque la solicitud anticipada de su utilización ha ordenado esta situación.

El material didáctico con el que se cuenta es abundante, tanto en láminas como en piezas reales aportadas por las distintas empresas que abarcan los distintos rubros de la materia. Los laboratorios son espaciados, pero de ninguna manera soportan a todo el curso por ensayo, por lo que se los divide en tandas para la realización de los mismos.

EVALUACIÓN:

a) Modalidad:

El primer día de clase el alumno toma conocimiento de las actividades que conforman el proceso de evaluación.

A los efectos de la evaluación del proceso de enseñanza – aprendizaje se tienen como elementos de juicio lo siguiente:

1. Los trabajos prácticos a desarrollar en el curso teórico con las evaluaciones correspondientes
2. Los trabajos prácticos desarrollados en Laboratorio con las evaluaciones correspondientes
3. Los dos parciales uno en cada cuatrimestre. (Se da oportunidad de dos recuperaciones por cada parcial). Para poder presentarse a esta evaluación el alumno deberá haber aprobado el 80% de los Trabajos Prácticos.

El alumno accede a los resultados y a las explicaciones sobre los mismos para cada una de las oportunidades de evaluación.

b) Requisitos de regularidad:

Se requiere el 75% de la presencia durante el desarrollo de la cursada

c) Requisitos de aprobación: (En función de la Ordenanza 1549/16)

c 1) Condiciones para Aprobación Directa (Promoción)

- Inasistencia menor al veinticinco por ciento (25%). Los alumnos reincorporados no pueden promocionar.
- Aprobación de todos los trabajos prácticos (TP) dentro del plazo estipulado por el docente.
- Aprobación de las evaluaciones parciales con al menos la nota mínima para promoción según se explica a continuación.

Evaluaciones Parciales

- 2 (Dos) evaluaciones parciales con nivel creciente (el segundo parcial es integrador, de mayor importancia).
- Nota mínima de aprobación: **6** (Seis) puntos sobre diez.
- Nota mínima para promoción:
 - Primer parcial: **7** (Siete) puntos.
 - Segundo parcial: **8** (Ocho) puntos.

Recuperatorios

- Para promoción: Una única (1) instancia de recuperación en total. Ya sea del primero o del segundo parcial.
- Se podrá optar por rendir recuperatorio aún, cuando el parcial se haya aprobado con 6 ó 7, para aplicar a la promoción.
- La nota del recuperatorio siempre “pisa” (reemplaza) a la del parcial (no se promedia, ni se elige la mayor).

c 2) Condiciones para Aprobación NO Directa (debe rendir final)

- Inasistencia menor al veinticinco por ciento (25%).
- Aprobación de todos los trabajos prácticos (TP) dentro del plazo estipulado por el docente.
- Aprobación de las evaluaciones parciales con al menos la nota mínima: 6 (seis)

Evaluaciones Parciales

- 2 (Dos) evaluaciones parciales.
- Nota mínima de aprobación: **6** (Seis) puntos sobre diez.

Recuperatorios

- Para firma de cursada: 2 (Dos) instancias de recuperación por cada parcial. Es decir, cuatro recuperatorios en total.
- La nota del recuperatorio siempre “pisa” (reemplaza) a la del parcial o la del recuperatorio anterior (no se promedia, ni se elige la mayor).

La aprobación de la asignatura por el alumno se sustancia mediante el examen final, consistente primero, en una evaluación escrita de resolución de un problema integrador, para luego en caso de realizar satisfactoriamente esta evaluación (definitoria en caso de no alcanzar la aprobación), se realiza un interrogatorio oral de por lo menos tres temas de distintos tópicos vistos en el año.

ARTICULACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL CON OTRAS ASIGNATURAS:

Por orientación a fin y articulación de contenidos la asignatura requiere de una directa interrelación de continuidad con las asignaturas Física I y II, Química general y Análisis numérico y cálculo avanzado, correspondiente a los dos primeros niveles, y de soporte a la asignatura del 4° nivel Instalaciones Industriales (que será de sustento fundamental para el PROYECTO FINAL) y a su vez de orientación con Seguridad, higiene e ingeniería ambiental y Procesos industriales del mismo nivel.

En el campo de las ciencias básicas el soporte lo brindan (como ya se expresó) Física I y II, Química general y Análisis numérico y cálculo avanzado, no sólo por los conocimientos específicos en sí sino por las características de formación que hacen al razonamiento, deducción e introducción a los procesos de complejidad creciente.

CRONOGRAMA ESTIMADO DE CLASES:

Unidad Temática	Duración en Hs. Cátedra
1	4
2	8
3	8
4	8
5	8
6	8
7	12
8	8
9	8
10	8
11	8
12	4
13	8
14	12
15	8
16	8

BIBLIOGRAFÍA OBLIGATORIA:

- Aguer, M. Jutglar L. Miranda, A, Rufles, P. (2004) "El ahorro energético. Estudios de viabilidad económica" Editorial: Díaz De Santos. Madrid.
- Babcock y Wilcox (2010) Steam, its generation and use. Estados Unidos. Ed. Babcock & Wilcox
- Bados y Rossignoli (1968) Transmisión del Calor. Ed. Troquel
- Cengel, Y. y Boles, M. (2009) Termodinámica. Mc Graw Hill.
- Facorro Ruiz, L. (1989) Curso de Termodinámica . Ed. Mellior.

- Faires, V.M. (1973) Termodinámica. México. UTEHA
- García, C. (2002) Termodinámica Técnica. Alsina
- Giacosa, D. (1979) Motores Endotérmicos. Ed. Dossat
- Guido, G. (1986) Transmisión del Calor. Buenos Aires, Argentina. Nueva Librería.
- Kern, D. (1997) Procesos de Transferencia de Calor. México. Compañía Editorial Continental
- Martínez de Vedia y Martínez (1969) Teoría de los Motores Térmicos. Ed. Técnicas Internacionales
- Mataix, C. (2009) Turbomáquinas. Madrid, España. ICAI
- Moran, M. y Shapiro, H. (2004) Fundamentos de Termodinámica Técnica. Reverté
- Torreguitar y Weiss (1967) Combustión y Generación de vapor. Ed. Prisma
- Salvi, G. (1975) La Combustión, Teoría y aplicación. Ed. Dossat
- Shields, C. (1990) Calderas, tipos, características y funciones. México. CECSA
- Van Wylen, G. y Sontag, R. (1990) Fundamentos de termodinámica. México. Limus.
- Yunus, A. Cengel, Afshin, J (2011) "Transferencia de Calor y Masa. Fundamentos y Aplicaciones". Editorial: Mc Graw Hill 4ª Edición México.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

- Combustion Engineering Inc. (1994) Combustion Fossil Power systems
- Orel, R. (1954) El cálculo de la combustión. Alsina
- Vives, J. (1985) Instalaciones frigoríficas. Reverte