



*Universidad Tecnológica Nacional  
Facultad Regional Buenos Aires*

## PROGRAMA ANALÍTICO DE ASIGNATURA

**DEPARTAMENTO:** Ingeniería Mecánica

**CARRERA:** Ingeniería Mecánica

**NOMBRE DE LA ACTIVIDAD CURRICULAR:** Termodinámica

Año Académico: 2023

Área: Térmica y fluidos

Bloque: Tecnologías básicas

Nivel: 3

Tipo: Obligatoria

Modalidad: Anual

**Cargas horarias totales:**

<i>Horas reloj</i>	<i>Horas cátedra</i>	<i>Horas cátedra semanales</i>
120	160	5

### COMPOSICIÓN DEL EQUIPO DE CÁTEDRA:

Profesor Asociado: Ing. Jorge Salcedo

Profesor Adjunto: Ing. Omar Fainberg

JTP: Ing. Pablo Sobral

JTP: Ing. Leonardo Malaruk

ATP 1º: Ing. Rodrigo Cancilieri

### FUNDAMENTACIÓN

Uno de los pilares fundamentales en la formación del estudiante de ingeniería mecánica es el manejo y uso de la energía, siendo la Termodinámica la ciencia que estudia dicha energía, en especial aquella que se presenta en forma de calor.

Entonces, es importante que el alumno reciba una sólida formación técnico-científica en el manejo racional y eficiente del uso de la energía, en especial la energía térmica y los conceptos de termodinámica, y sus diversas transformaciones, de aplicación global en diversos campos de la ciencia, la física y la ingeniería.



**COMPETENCIAS DE EGRESO ESPECÍFICAS A LAS QUE CONTRIBUYE:**

Competencia	Competencias de Actividades reservadas			Competencias de Alcances
	Baja	Media	Alta	
C.E.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.			X	
C.E.1.2 Calcular e implementar tecnológicamente una alternativa de solución, 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.		X		

**COMPETENCIAS DE EGRESO GENÉRICAS A LAS QUE CONTRIBUYE:**

Competencia	Baja	Media	Alta
CG1: Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería		X	
CG2: Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería	X		
CG4: Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería			X
CG7: Comunicarse con efectividad			X
CG8: Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global		X	
CG9: Aprender en forma continua y autónoma			X



### **OBJETIVOS (APRENDIZAJE/LOGROS A ALCANZAR)**

- Interpretar los principios que rigen la termodinámica aplicados al estudio de sistemas termomecánicos.
- Categorizar la relación existente entre los procesos termodinámicos para el desarrollo de procesos de transformación de energía.
- Aplicar las leyes de transformación de los gases ideales y reales y los fundamentos de la transmisión de calor para el diseño de sistemas termomecánicos.

### **CONTENIDOS**

#### **Contenidos mínimos**

- Fundamentos. Propiedades y parámetros termodinámicos.
- Ecuación general de los gases. Gases reales e ideales
- Primer Principio de la Termodinámica.
- Transformaciones. Sistemas cerrados y abiertos.
- Segundo principio de la termodinámica.
- Entropía. Exergía.
- Sustancias puras. Vapores.
- Máquinas térmicas de vapor. Motores a gas.
- La máquina frigorífica
- Ciclos y diagramas.
- Procesos de transferencias de calor.
- Conducción, Convección y Radiación.
- Aire húmedo. Propiedades.
- Diagrama psicrométrico.
- Transformaciones psicrométricas.
- Toberas y difusores.



## **Contenidos analíticos**

### **UNIDAD TEMÁTICA I: INTRODUCCIÓN A LA TERMODINÁMICA TÉCNICA**

Definición. Orígenes de la Termodinámica. Termodinámica Técnica. Conceptos y definiciones usados en Termodinámica: Sistema, Medio, Universo, Sistema Cerrado, Sistema Abierto, Sistema Aislado, Sistemas Homogéneos y Heterogéneos. Parámetros de Estado.

Equilibrio Termodinámico: Equilibrio Mecánico, Equilibrio Térmico, Equilibrio Químico, Equilibrio Eléctrico. Ecuación de estado de un sistema. Transformación: Cuasi-estática, Abierta, Cerrada, Politrópica (Isotérmica, Isobárica, Isócora, Adiabática), Reversible (Reversibilidad interna y externa), Irreversible. Energía: Energía Interna, Energía Potencial, Energía Cinética, Calor, Principio Cero de la Termodinámica, Trabajo, Trabajo de expansión y compresión de un sistema cerrado en reposo. Experiencia de Joule referida a la conversión de trabajo en calor.

Experiencia de Andrews.

### **UNIDAD TEMÁTICA II: GASES IDEALES Y REALES**

Introducción. Gases Ideales: Ley de Boyle – Mariotte, Ley de Charles – Gay Lussac a presión constante, Ley de Charles – Gay Lussac a volumen constante, Ley de Avogrado, Ecuación de Estado de los Gases Ideales, Coeficientes Termoelásticos, Mezcla de Gases (Composición Másica de una Mezcla, Fracción Molar, Presión Total de una Mezcla de Gases, Volumen Total de una Mezcla de Gases, Composición en Volumen de una Mezcla de Gases, Relación entre la composición en Volumen y la Fracción Molar de una Mezcla de Gases, Relación entre la Presión Parcial y la Fracción Molar, Masa Molecular Ficticia de una Mezcla de Gases, Constante Particular de una Mezcla de Gases, Calor Específico Medio, Másico y Molar de una Mezcla de Gases), Teoría Cinética. Gases Reales: Ecuación de Van Der Waals, Parámetros reducidos, Ecuación de estado reducida, Factor de compresibilidad, Ley de los estados correspondientes, Ley modificada de los estados correspondientes, Diagrama de compresibilidad de gases de Nelson y Obert, Mezcla de gases reales (Regla de Kay).

### **UNIDAD TEMÁTICA III: PRIMER PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA**

Enunciados y expresiones del Primer Principio. Expresión general válida para sistemas cerrados y abiertos en régimen permanente y no permanente. Aplicación de la expresión del Primer Principio a un sistema cerrado: Sistemas adiabáticos (justificación de la energía interna y sus propiedades, experiencia de Joule para los gases ideales), Sistemas diatérmicos (calor y sus propiedades), Sistemas que evolucionan a volumen constante, Sistemas que evolucionan a presión constante.



(Relación de Mayer). Aplicación de la expresión del Primer Principio a un sistema abierto en régimen permanente: Propiedades de la Entalpía, Trabajo en circulación, Entalpía de los gases ideales. Aplicación del Primer Principio para sistemas abiertos en régimen permanente a casos particulares: Experiencia de Joule – Thomson, Válvulas, Compresores, Turbinas, Intercambiadores de calor y cámaras de mezcla.

#### **UNIDAD TEMÁTICA IV: SISTEMAS HETEROGÉNEOS Y VAPORES**

Fases y componentes. Regla de las fases de Gibbs. Sistemas integrados por un solo componente. Sistemas Binarios. Vapores: Diagramas de equilibrio de una sustancia pura. Diag. (p-T) y (p-v) y tridimensional (p-v-T).

Estados: líquido comprimido o subenfriado, líquido saturado, vapor saturado, vapor húmedo, vapor sobrecalentado. Manejo de las tablas de vapor.

Calor latente. Ecuación de Clapeyron-Clausius.

Diagramas presión – entalpía (p-h).

#### **UNIDAD TEMÁTICA V: TRANSFORMACIONES DE LOS GASES IDEALES**

Transformación es de un Gas Ideal: Transformación Isócara, Transformación Isobara, Transformación Isotérmica, Transformación Adiabática, Transformación Politrópica.

Trazado de Transformaciones.

#### **UNIDAD TEMÁTICA VI: COMPRESORES DE GASES**

Compresor de Gas. Definición: Compresores a Pistón. Diagrama Indicador del Compresor Ideal

(Compresores sin Espacio Nocivo): PMS, PMI, Espacio nocivo. Evolución del Gas Diagrama de Estado en P - v y T - s. Trabajo de Compresión. Comparación de Trabajos. Representaciones: Trabajo Adiabático Reversible. Trabajo politrópico reversible, Trabajo Isotérmico Reversible. Compresión en Etapas. Compresor con Espacio Nocivo. Rendimiento Volumétrico. Presión Máximas. Trabajo  $W_c$ , con Espacio Nocivo. Cálculo y Dimensionamiento de los Elementos Principales. El Aire: influencia del Medio ambiente. Rendimientos: Rendimiento Interno o Isoentrópico, Rendimiento Mecánico, Rendimiento Total, Rendimiento exergético.

#### **UNIDAD TEMÁTICA VII: SEGUNDO PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA Y ENTROPÍA**



Introducción. Enunciados del Segundo Principio: Enunciados referidos a las Máquinas Térmicas, enunciado de Carnot, Enunciado de Kelvin, Enunciado de Planck, enunciado de Clausius. Equivalencias entre Enunciados. Enunciado de los procesos irreversibles. Ciclos de las Máquinas Técnicas reversibles e irreversibles. Teorema de Carnot. Ciclo de Carnot. Propiedades de los ciclos y transformaciones reversibles. Teorema de Clausius. Entropía: Ciclos Reversibles, Ciclos Irreversibles, Consideraciones sobre la formulación cuantitativa del 2º Principio, Transformaciones Adiabáticas, Conclusiones, Variación de la Entropía del Universo, Diagrama Entrópico, Diagrama Entrópico para los Gases Ideales, Representación de Isocoras, Representación de Isobaras, Representación de Isotérmicas, Representación de Isoentálpicas, Representación de Adiabáticas Reversibles, Representación de Adiabáticas Irreversibles, Representación de Politrópicas, Ciclo de Carnot en un diagrama T-S, Comparación entre un ciclo de Carnot y otro con más de dos fuentes de Intercambio de Calor, Temperatura Media Termodinámica.

#### **UNIDAD TEMÁTICA VIII: FUNCIONES CARACTERÍSTICAS**

Energía interna. Entalpía. Energía libre: Propiedades. Relaciones de Maxwell. Condiciones de equilibrio físico-químico. Cálculo de energía interna, Entalpía y Entropía para Gases Reales.

#### **UNIDAD TEMÁTICA IX: AIRE HÚMEDO**

Definición. Comportamiento como gas ideal a bajas presiones. Conceptos, definiciones y propiedades del aire húmedo: Humedad absoluta, Grado de saturación, Humedad relativa, Volumen específico, Densidad, Entalpía para los distintos casos, Tablas para aire húmedo saturado. Diagrama entálpico del aire húmedo o de Mollier. Temperatura de saturación adiabática.

Distintos métodos para la determinación de la humedad de una masa de aire húmedo. Psicrómetro: Temperatura de bulbo seco y húmedo, diagrama psicrométrico y de Mollier. Aplicación en procesos de enfriamiento, calentamiento, mezcla, humidificación y secado.

#### **UNIDAD TEMÁTICA X: ENERGÍA UTILIZABLE O EXERGÍA**

Calor utilizable. Exergía de una fuente de capacidad infinita. Exergía de una fuente de capacidad finita o limitada. Exergía debida a un desequilibrio mecánico. Exergía de un sistema cerrado. Variación de Exergía de un sistema cerrado. Exergía de un sistema abierto en régimen permanente. Variación de Exergía de un sistema abierto en régimen



permanente. Variación de Exergía del universo. Rendimiento exergético: Ciclo, Máquina Térmica, Transformación, Compresión Adiabática, Expansión Adiabática, Compresor no Adiabático o Diatérmico.

#### **UNIDAD TEMÁTICA XI: CICLOS DE LAS MÁQUINAS TÉRMICAS A VAPOR**

Relación de Trabajos. Ciclo de: Carnot, Rankine, Rankine con sobrecalentamiento y recalentamiento intermedio, Regenerativo, combinado. Representación en los diagramas entrópicos ( $T-s$  y  $h-s$ ) y de instalación, significado de las áreas, rendimiento, comparación y esquema de la instalación.

#### **UNIDAD TEMÁTICA XII: CICLOS FRIGORÍFICOS**

Coefficiente de efecto frigorífico y calorífico. Ciclo de Carnot. Ciclos frigoríficos por compresión en régimen húmedo y seco. Mejoras a los ciclos frigoríficos (Compresión en etapas, subenfriamiento y doble expansión). Representación en los diagramas Entrópicos ( $T-s$ ) y ( $P-h$ ).

Significado de las áreas, coeficiente de efecto frigorífico, comparación y esquema de la instalación. Bomba de calor. Ciclos frigoríficos a absorción.

#### **UNIDAD TEMÁTICA XIII: CICLOS DE LOS MOTORES DE GAS**

Ciclo Otto, Diesel y semi Diesel: representación en los diagramas ( $P-V$ ), ( $P-v$ ) y ( $T-s$ ), relación de compresión, presión media efectiva, determinación del rendimiento y comparación entre los ciclos. Ciclo Joule – Brayton: abierto, cerrado y regenerativo.

Representación en los diagramas ( $P-v$ ) y ( $T-s$ ), relación de presiones y rendimiento.

#### **UNIDAD TEMÁTICA XIV: TRANSMISIÓN DEL CALOR**

Definición. Formas de transmisión del calor:

##### **a) Transmisión del calor por conducción**

Ley de Fourier. Ecuación general de la transmisión del calor por conducción. Régimen permanente: casos de paredes simples y compuestas. Régimen variable: Métodos de resolución.

##### **b) Transmisión del calor por convección**



Convección natural y forzada. Coeficiente de convección. Análisis adimensional: determinación de los números de Reynolds, Prandtl, Nussel y Grasshof. Correlación de datos experimentales para la determinación del coeficiente de convección. Fluidos en ebullición y condensación. Convección con y sin cambio de fase, natural y forzada.

### **c) Transmisión del calor por radiación**

Coeficiente de transparencia, absorción y reflexión. Cuerpo negro. Ley de Kirchoff.

Ley de Stephan – Boltzman. Ley de Wien. Intercambio de calor por radiación entre cuerpos. Radiación en gases.

### **d) Transmisión del calor total**

Determinación del coeficiente de transmisión total.

Intercambiadores de calor, concepto de temperatura media logarítmica, tipos de intercambiadores y aplicaciones en equipos térmicos (calderas y condensadores).

## **UNIDAD TEMÁTICA XV: TOBERAS, DIFUSORES Y EYECTORES**

Velocidad del sonido en un gas. Número de Mach. Concepto de tobera, difusor y eyector.

Estudio de la geometría. Relación crítica de presiones. Definición del estado de estancamiento para una corriente gaseosa adiabática. Descarga de un gas a través de un orificio de un recipiente. Rendimiento isoentrópico.

## **UNIDAD TEMÁTICA XVI: TERMOQUÍMICA**

Definición de los sistemas y variables que los determinan. Concepto de grado de avance de la reacción. Calores de reacción a presión y temperatura constante. Calores de reacción a volumen y temperatura constante. Entalpía de sustancias simples y compuestas. Ley de Hess. Ley de Kirchoff. Temperatura de reacción adiabática. Concepto de afinidad. Equilibrio químico. Constantes de equilibrio en reacciones gaseosas. Definición de combustión, poder calorífico superior e inferior y diagrama de Rosin y Fehling.



### DISTRIBUCIÓN DE CARGA HORARIA ENTRE ACTIVIDADES TEÓRICAS Y PRÁCTICAS

Modalidad organizativa de las clases	Horas Reloj totales presenciales	Horas reloj virtuales totales	Horas totales
<b>Teórica</b>	60	-	60
<b>Formación práctica</b>	60	.	60

Tipo de prácticas	Horas Reloj totales presenciales	Horas reloj totales virtuales	Lugar donde se desarrolla la práctica (si corresponde indicar laboratorio, ámbito externo)
Formación experimental	-	-	
Problemas abiertos de Ingeniería (ABP)	10	-	Aula presencial
Proyecto y diseño	-	-	
Otras: clase de práctica con ejercicios varios	50	-	Aula presencial
Práctica supervisada	-	-	
<b>Total de horas</b>	60	-	

### ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

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

Se emplea una filosofía dinámica y creativa en las clases con la participación por parte de los alumnos y los profesores; la Termodinámica, es una materia que abarca conceptos de la energía y sus diversas transformaciones al igual que sus diversas aplicaciones tecnológicas por eso se hace necesario un intercambio fluido y de reflexión en el proceso de aprendizaje. La misma está acompañada con bibliografía adecuada, carpeta de trabajos prácticos y los recursos adecuados para el desarrollo de la clase.

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



Se emplea métodos modernos, en lo que refiere a lo visual, proyector de imágenes por computación (cañón), software de termodinámica adecuados y seleccionados para la materia como videos interactivos, prestando siempre la atención de no perder de vista el diálogo y reflexión continua, las tareas que se lleven a cabo tienen un enfoque amplio en lo teórico lo mismo que en la aplicación práctica con esquemas y gráficos diversos para cumplimentar y respaldar los conceptos analíticos.

La materia está respaldada por apuntes de termodinámica teóricos y prácticos realizados por el profesor. También se emplean archivos de páginas web seleccionados como complemento en la aplicación de la materia.

### **c) Trabajos prácticos**

Se resuelven problemas de índole práctico a modo de ejemplo durante la clase, el resto de la ejercitación se propone a los alumnos para realizar como tarea de forma grupal en el ámbito privado, con posterior entrega.

- TP1: Gases
- TP2: Primer principio
- TP3: Compresores alternativos
- TP4: Segundo principio - Entropía
- TP5: Aire húmedo
- TP6: Exergía
- TP7: Ciclos
- TP8: Transferencia de calor
- TP9: Toberas

### **MODALIDAD DE EVALUACIÓN**

#### **Modalidad (tipo, cantidad, instrumentos)**

- Se realizan evaluaciones teóricas y prácticas durante la cursada que irán formando las notas el primer parcial y segundo parcial, también se realizan trabajos prácticos, en las que se forman grupos de trabajo para la resolución de los problemas que se imparten durante el año.

- Cada parcial se aprueba con notas que van desde 6 (seis) a 10 (diez) de calificación. Estas abarcan temas teóricos y prácticos.

- La materia también contempla la promoción directa a partir de la nota mínima de 8 (ocho) según el régimen actual propuesto por la Facultad.

- Las fechas de evaluaciones (parciales y trabajos prácticos) y recuperatorios se realizan según un cronograma interno de actividades que se entrega a los alumnos al inicio de las clases.

#### **Requisitos de regularidad**



Tener cumplimentada la asistencia como alumno regular y tener aprobados el primer y segundo parcial, y la firma de los trabajos prácticos aprobados que se imparten durante la cursada.

Se cuenta con dos exámenes de recuperación por cada examen parcial.

### **Requisitos de aprobación por examen final**

Haber cumplimentado la firma de la asignatura como alumno regular, y para la aprobación de examen final se aprobará al alumno que domine los conceptos importantes de la materia, así como la resolución de problemas técnico científicos, con una evaluación práctica escrita donde también se evalúa la teórica, que es escrita y oral, abarcando los contenidos fundamentales de la materia.

### **Requisitos de aprobación directa**

En el caso de la **promoción** el alumno no rinde examen final y deberá tener aprobados los dos parciales con la nota mínima de 8 (ocho) y los trabajos prácticos aprobados en tiempo y forma.

Se puede recuperar un solo examen parcial que haya sido desaprobado. El mismo se deberá aprobar con nota mínima de 8 (ocho) puntos para seguir cumpliendo las condiciones de aprobación directa.

## **ARTICULACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL CON OTRAS MATERIAS**

### **ARTICULACIÓN HORIZONTAL:**

**Mecánica Racional (tercer nivel).** - Los conceptos relacionados con el trabajo, potencia, energía cinética y potencial y sistemas de unidades, se articulan con la Termodinámica con la unidad I y XIV que trata sistema de unidades internacional y con las toberas y difusores respectivamente. En los Teorema de conservación de trabajo y energía que se dictan en Mecánica se relacionan con el primer principio de la termodinámica (Unidad temática III). Ej. Trabajo de peso como trabajo de campo conservativo, trabajo elástico, trabajo de un pistón y trabajo de las fuerzas no conservativas que se disipan en forma de calor a través del rozamiento.

En gases reales se vincula con las fuerzas gravitacionales en las moléculas (Van der Waals)

**Ingeniería Mecánica III (tercer nivel).** - En variables como presión, vacío, caudal, vincula con la materia (Unidad temática I y III) de la termodinámica.

En la utilización del aire y fluidos en procesos de ingeniería y compresores, está relacionado con compresores de aire alternativos y centrífugos (Unidad temática III y VII).



En aplicación de la Hidráulica en los movimientos de los fluidos, vincula con trabajo de una bomba de tipo centrífugo (Unidad temática XI).

**Economía (tercer nivel).** - En la optimización de costos de producción, vincula con los costos de la energía útil, exergía y disponibilidad, conceptos que tienen un valor económico (Unidad temática VI)

**Diseño Mecánico (tercer nivel).** - La unidad temática de Normas IRAM para el dibujo Técnico ya que se representan cañerías y válvulas que son muy usadas en diversas unidades de la termodinámica, como cañerías en los ciclos de vapor y frigoríficos y lo mismo de las válvulas que se utilizan en expansión de gases y vapores en general.

#### **ARTICULACIÓN VERTICAL:**

**Estabilidad III (cuarto nivel).** - La unidad temática de Fatiga de metales por temperatura vincula con los ciclos de vapor y fatiga por efecto Creep en las cañerías de vapor a alta presión y temperatura (Unidad temática XI).

La unidad temática de Tensiones de origen Térmico, vincula con recipientes cilíndricos en calderas de vapor que se mencionan en los ciclos de vapor (Unidad temática XI).

**Electrotecnia y Máquinas Eléctricas (cuarto nivel).** - La unidad temática de fundamentos y circuitos en resistencias vincula con problemas de primer principio de la Termodinámica donde se entrega calor por medio de resistencias eléctricas.

La unidad temática de máquina asincrónica de un motor eléctrico, se articula con trabajo entregado por un motor eléctrico que a su vez acciona una bomba centrífuga que impulsa líquido. Ídem para el accionamiento de los compresores a gas.

**Tecnología del Calor (cuarto nivel).** - Los temas de Combustión vinculan con la Termoquímica, diagramas de humos de Rosin y Fehling, entalpía volumétrica (Unidad temática XV).

La unidad temática de Generadores de Vapor, articula con los diversos ciclos de vapor en general de la Termodinámica (Unidad temática XI).

La unidad de Ciclos a Vapor Aplicados, articula con los ciclos de Rankine en general (Unidad temática XI), ciclos a Gas (Unidad temática VIII)

La unidad temática de Condensadores e Intercambiadores vincula las formas de transmisión de calor (Unidad temática XVI), al igual que la refrigeración por torres de enfriamiento que se estudian en los procesos del aire húmedo (Unidad temática XIII).

**Mecánica de los Fluidos (cuarto nivel).** - La unidad de Propiedades de los Fluidos relaciona diversos parámetros que se estudian en termodinámica ej. Densidad, peso específico, presión, presión de vapor.

La unidad temática de cinemática de los fluidos y dinámica de los fluidos (flujo laminar, turbulento, flujo a régimen permanente, volumen de control análisis dimensional y flujo



compresible unidimensional), está relacionado con la unidad temática III (primer principio en sistemas abiertos) y XIV de toberas y difusores.

**Instalaciones Industriales (quinto nivel).** - La unidad temática de instalaciones de aire comprimido e instalaciones de vapor, está relacionado con la unidad VII (compresores) y XI (ciclos a vapor).

La unidad temática de instalación de climatización, vincula con la unidad XIII referida al aire húmedo de termodinámica.

La unidad de instalaciones frigoríficas se vincula con la unidad temática XII de los ciclos de refrigeración.

**Máquinas Alternativas y Turbomáquinas (quinto nivel).** - La unidad temática de motores alternativos y los ciclos ideales de aire de motores alternativos se vincula con la unidad VIII (Ciclos a gas – ciclo Otto).

La unidad de componentes de turbina de gas y de turbinas de vapor se vincula con la unidad VIII y XI referida a los ciclos de vapor.

Y la unidad de análisis teórico de un compresor centrífugo, está directamente vinculado con la unidad temática VII de compresores a gas.

*Nota: Se realizan reuniones en el departamento con las distintas cátedras que conforman el área térmica, para revisar y coordinar los contenidos diversos en procura de una mejor articulación.*



### CRONOGRAMA ESTIMADO DE CLASES

Clase	Tema	Modalidad Presencial / Virtual
01	Termodinámica: Conceptos fundamentales. Sistemas. Primer principio: Calor y Trabajo - Energía interna. Ecuación de estado. Repaso de sistemas de unidades.	Presencial
02	Gases ideales y sus mezclas. Gases Reales: Van der Waals, Coeficiente de Compresibilidad Z, Diagramas de compresibilidad.	Presencial
03	Primer principio aplicado a sistemas cerrados - Experiencia de Joule en gases ideales. - Ejercicios de aplicación con gases ideales	Presencial
04	Primer principio de sistemas abiertos en Rég. Permanente - Trabajo de flujo - Entalpía. Experiencia de Joule-Thompson en gases ideales.	Presencial
05	Ejercicios Primer principio sistemas abiertos en Reg. Permanente Primer Principio en Sist. Abiertos Rég. No Permanente o Variable.	Presencial
06	Sustancias puras. Parámetros termodinámicos. Diagramas (p-v), (p-T).	Presencial
07	Sustancias puras. Vapores. Ejercicios.	Presencial
08	Transformaciones de los gases ideales - Ejercicios	Presencial
09	Ejercicios de primer principio cerrados y abiertos aplicado a transformaciones de gases	Presencial
10	Compresores Alternativos - Ejercicios	Presencial
11	Segundo principio - Teorema de Carnot.	Presencial
12	Teorema de Clausius y Entropía. Ejercicios.	Presencial
13	Entropía diagramas diversos - Ejercicios de entropía - Funciones características.	Presencial
14	Repaso general de la primer parte – ejercicios varios	Presencial
15	Aire Húmedo: Concepto – Parámetros – Representación gráfica	Presencial
16	<b>Primer Parcial.</b> <b>Final del 1º Cuatrimestre. Última fecha para presentar TPs 1º Cuatrimestre.</b>	Presencial
17	Revisión Primer Parcial. Procesos con Aire Húmedo – Ejercicios	Presencial



18	Exergía - Exergía debida a desequilibrio térmico - Exergía debida a desequilibrio mecánico.	Presencial
19	Exergía sistemas cerrados y abiertos (Exergía de flujo). Exergía del universo. Rendimiento exergético. Ejercicios.	Presencial
20	Ciclos de Vapor. Carnot, Rankine, Hirn (Sobrecalentado). Ejercicios. Ciclos de Vapor con entropía.	Presencial
21	Ejercicios de Ciclos de Carnot y Rankine y Rankine sobrecalentado con Exergía (energía útil).	Presencial
22	Ciclos de Vapor: Recalentamiento, Ciclos Regenerativos (Teórico, Precalentador abierto, Precalentador cerrado). Ejercicios	Presencial
23	Ejercicios integrados con entropía y exergía de ciclos de vapor	Presencial
24	Ciclos Frigoríficos - Ejercicios con Ciclos Frigoríficos.	Presencial
25	Ciclos a Gas. Otto y Diesel	Presencial
26	Ciclos de turbina de gas ( Joule Brayton) - Ciclos Regenerativos a gas Ciclos Combinados (JB - Rankine) - Ejercicios	Presencial
27	Transmisión de calor. Leyes fundamentales (Fourier, Newton, Stefan Boltzman). Conducción y convección, pared plana, tuberías, pared simple y compuesta. Intercambiadores de calor. - Ejercicios	Presencial
28	Toberas y difusores.- Ejercicios	Presencial
29	Termoquímica - Combustión - Diagrama de Rosin y Fehling.	Presencial
30	Repaso general de la segunda parte – Ejercicios varios	Presencial
31	<b>Segundo Parcial. Última fecha para presentar TPs 2º Cuatrimestre.</b>	Presencial
32	Revisión Segundo Parcial. Firma carpeta TPs. <b>Final de cursada. Firma de Libretas.</b>	Presencial



### **BIBLIOGRAFÍA OBLIGATORIA**

- Cengel, Yunus A.; Boles, Michael A. (2019). *Termodinámica (9a. Ed.)*. McGraw Hill.
- Moran, M.J.; Shapiro, H.N. (2018). *Fundamentos de Termodinámica Técnica*. Reverte S.A.
- García, Carlos A. (2006). *Termodinámica Técnica*. Editorial Alsina.
- Kenneth Wark; Donald Richards. (2012). *Termodinámica*. Mc Graw Hill - Interamericana.
- Facorro Ruiz, L.A. (15ª. Ed. 2015). *Curso de Termodinámica con 310 Problemas*. Ed. Nueva librería. Buenos Aires.
- Barbosa Saldaña, J. G.; Gutiérrez Torres, C. del Carmen; Jiménez Bernal, J. A. (2020). *Termodinámica para Ingenieros*. Grupo Editorial Patria S.A. DE C.V.

### **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

- Van Wylen, Gordon J.; Sontag, Richard E. (Eds.) (1990). *Fundamentos de termodinámica*. Limusa. México.
- Manrique Valadez, José Ángel (1973). *Termodinámica. (3a. Ed.)*. Oxford. México.
- Faires, Vigil M. (1973). *Termodinámica*. UTEHA. México.
- Facorro Ruiz, L.A. (1969). *Curso de Termodinámica*. Mellior. Buenos Aires.
- Isachenco, V.; Osipova, V.; Sukome, A. (Eds.) (1973). *Transmisión del Calor*. Marcombo.
- Bados; Rossignoli (Eds.) (1968). *Transmisión del Calor*. Troquel. Buenos Aires.
- Kern, D.Q. (1985). *Procesos de Transferencia de Calor*. CECSA. Méjico.
- Manrique Valadez, José Ángel (2002). *Transferencia de calor (2a. Ed.)*. Oxford. México.
- Cengel, Yunus A. (2003). *Transferencia de Calor*. McGraw Hill. México.
- Holman, J.P. (1998). *Transferencia de calor*. CECSA. México.