



1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Termodinámica
Clave de la asignatura:	AOL-1325
SATCA¹:	4-1-5
Carrera:	Ingeniería Aeronáutica

2. Presentación

Caracterización de la asignatura

Esta asignatura aporta al perfil de egresado de ingeniería aeronáutica las herramientas conceptuales y metodológicas para analizar cualitativa y cuantitativamente los componentes de los sistemas aeronáuticos en los que se convierte o intercambia energía mediante las leyes de la termodinámica.

La asignatura está ubicada en el tercer semestre; las bases conceptuales y metodológicas que proporciona facilitan el tránsito del estudiante hacia asignaturas que requieren mayor grado de abstracción y mayor uso de las herramientas matemáticas como son mecánica de fluidos, transferencia de calor y sistemas de propulsión, donde el concepto de sistema abierto (volumen de control) y la aplicación de las leyes de conservación es tema central.

La Termodinámica es una ciencia fenomenológica; se propone entonces llegar a la abstracción que requiere en conceptos, definiciones y leyes a partir de la observación y el análisis de situaciones cotidianas que vive el estudiante. Se sugiere también que el estudiante busque y reflexione a partir de videos y documentales disponibles en la web, especialmente aquellos que muestran detalles de construcción y de funcionamiento de dispositivos que transforman la energía. Se propone que los estudiantes realicen investigación documental dirigida por el docente de los conceptos principales de cada tema del curso. Los aspectos más importantes deben ser identificados mediante un reporte y luego ser discutidos grupalmente para que los estudiantes mejoren sus capacidades de análisis y síntesis, además de expresarse apropiadamente en forma oral y escrita.

Esta materia contribuye con los siguientes atributos de egreso para el estudiante:

- Identifica, formula y resuelve problemas complejos de ingeniería aeronáutica mediante el conocimiento del funcionamiento de sistemas, subsistemas, componentes y diversas partes que conforman las aeronaves y el uso de legislaciones, regulación y normas nacionales e internacionales vigentes para mantener las condiciones de aeronavegabilidad. (atributo 1 de CACEI).
- Reconoce la necesidad permanente de educación continua para evaluar, integrar y aplicar los conocimientos adquiridos en el ámbito aeronáutico (atributo 6 CACEI).

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos



Intención didáctica

En el primer tema, gases ideales y sustancias puras, se abordan los conceptos fundamentales de la asignatura como lo son sistemas abiertos y cerrados y se concientiza al estudiante sobre su importancia práctica, de igual forma se estudian las diversas formas de la ecuación del gas ideal que describen los cambios de volumen de los gases como función de la temperatura y de la presión, y se interpreta también la representación mediante tablas y graficas de la función del comportamiento volumétrico real de las sustancias puras. Con esta información se calculan procesos isotérmicos, isobáricos e isocóricos.

En el segundo tema, primera ley de la Termodinámica, se establecen los enunciados de la conservación de la energía y se formaliza la primera ley aplicándola a procesos que ocurren en sistemas cerrados y abiertos. Se propone enfatizar el análisis y cálculo de los requerimientos energéticos como calor y trabajo en dispositivos de flujo particularmente los encontrados en sistemas aeronáuticos.

Mediante el tercer tema, segunda ley de la Termodinámica y entropía, se pretende que el estudiante reconozca la segunda ley como la formalización de que los procesos de la naturaleza ocurren en una dirección y no en la dirección contraria. Se definen y se determinan los parámetros termodinámicos que caracterizan la conversión de calor en trabajo o de trabajo en calor en ciclos de potencia (directos) y su eficiencia.

En el quinto tema, ciclos termodinámicos de potencia, se describen los procesos cíclicos más comunes para la transformación de calor en trabajo. Éstos se analizan integrando los conceptos y las herramientas estudiadas a lo largo del curso. En este tema se propone enfatizar el estudio de los procesos que ocurren en sistemas aeronáuticos.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, del 5 al 8 de noviembre de 2012	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Celaya, de Estudios Superiores de Ecatepec, Tlalnepantla, Saltillo, Apizaco, Tijuana, Superior de Irapuato, Hermosillo, Mexicali, Querétaro, Superior de Coacalco, Superior de Chalco, Superior de Matamoros, León, Chihuahua, San Luis Potosi, IPN, UNAQ,UANL,	Reunión Nacional De Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería Aeronáutica
Desarrollo de Programas en Competencias Profesionales por los Institutos Tecnológicos del 12 de noviembre 2012 al 22 de febrero de 2013	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Querétaro, Superiores de Ecatepec, Matamoros, Hermosillo, Mexicali, Saltillo	Elaboración del programa de estudio propuesto en la Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para la Formación y Desarrollo de Competencias Profesionales de Ingeniería Aeronáutica del SNIT.



Instituto Tecnológico de Querétaro, del 25 al 28 de febrero de 2013	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Estudios Superiores de Ecatepec, Tlalnepantla, Saltillo, Apizaco, Tijuana, Superior de Irapuato, Hermosillo, Mexicali, Querétaro, Superior de Coahuila, Superior de Chalco, Superior de Matamoros, León, Chihuahua, IPN, UNAQ	Reunión Nacional de Consolidación del Programas en Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería Aeronáutica.
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, del 4 al 7 de diciembre 2018	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Estudios Superiores de Ecatepec, de Tijuana, Superior de Irapuato, de Veracruz, de Boca del Rio, de Tepic y de Zacatepec.	Reunión de Seguimiento Curricular de los Programas Educativos de; Ingeniería Aeronáutica, Ingeniería en Minería, Ingeniería en Diseño Industrial e Ingeniería en Biotecnología del Tecnológico Nacional de México.

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
Aplica las leyes de la Termodinámica a los sistemas de la industria aeronáutica donde ocurren conversiones de energía para cuantificar su comportamiento bajo diferentes condiciones operativas en términos de la eficiencia térmica o el coeficiente de realización.

5. Competencias previas

<ul style="list-style-type: none"> Comprender la estructura de la materia y su relación con las propiedades físicas y químicas, enfocadas a sus aplicaciones a los dispositivos eléctricos y electrónicos, así como a las técnicas requeridas para la construcción de equipos o sistemas electrónicos. Plantear y resolver problemas que requieren del concepto de función de una variable para modelar y de la derivada para resolver. Contextualizar el concepto de Integral. Discernir cuál método puede ser más adecuado para resolver una integral dada y resolverla usándolo. Resolver problemas de cálculo de áreas, centroides, longitud de arco y volúmenes de sólidos de revolución. Reconocer el potencial del Cálculo integral en la ingeniería.
--

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Gases ideales y sustancias puras	1.1 Dimensiones y unidades 1.2 Ley cero de la termodinámica 1.3 El principio de conservación de la masa 1.4 Formas de energía 1.5 Eficiencia en la conversión de energía 1.6 Conceptos básicos y propiedades de sustancias puras 1.7 Ecuaciones de estado de los gases 1.8 Ley de Boyle, Ley de Charles y Ley de Gay-Lussac 1.9 Procesos en gases ideales 1.10 Tablas de propiedades termodinámicas de

		las sustancias puras
2	Primera ley de la termodinámica	2.1 Calores específicos, energía interna y entalpía de gases ideales 2.2 Transferencia de energía por calor, trabajo y masa 2.3 Ecuación general de la energía 2.4 Balance de energía para sistemas cerrados 2.5 Balance de energía para sistemas de flujo estacionario
3	Segunda ley de la termodinámica	3.1 El cambio de entropía de sustancias puras 3.2 El cambio de entropía de gases ideales 3.3 Depósitos de energía térmica 3.4 Enunciado de Kelvin-Plank 3.5 Máquinas térmicas 3.6 La máquina térmica de Carnot 3.7 Procesos reversibles e irreversibles
4	Ciclos termodinámicos de potencia	4.1 Ciclo Stirling 4.2 Ciclo Otto 4.3 Ciclo Diésel 4.4 Ciclo Joule-Brayton

7. Actividades de aprendizaje de los temas

1. Gases ideales y sustancias puras	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> Resuelve problemas que requieren la comprensión de los estados de fase manejando sistemas de unidades intensivas y extensivas. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Capacidad de abstracción, análisis y síntesis. Habilidad para buscar, procesar y analizar información procedente de diversas fuentes. Capacidad de trabajo en equipo. Habilidad para trabajar en forma autónoma. Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. Capacidad crítica y autocrítica. 	<ul style="list-style-type: none"> Busca documentales en video sobre los cambios de estado y fase de las sustancias puras Resolver problemas que involucren el concepto de presión, temperatura y conversiones de unidades Participar en discusiones grupales de los temas investigados
2. Primera ley de la termodinámica	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> Realiza balances de sistemas cerrados 	<ul style="list-style-type: none"> Investigar el concepto de energía y su importancia en el desarrollo tecnológico

<p>y abiertos con transferencia de energía como masa, calor y trabajo para evaluar procesos de intercambio y conversión de energía con su representación e interpretación en forma gráfica</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis. • Habilidad para buscar, procesar y analizar información procedente de diversas fuentes. • Capacidad de trabajo en equipo. • Habilidad para trabajar en forma autónoma. • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. • Capacidad crítica y autocrítica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Enunciar el principio de conservación de masa y de energía en sistemas cerrados y abiertos • Investigar las características y aplicaciones en dispositivos de flujo estacionario • Realizar balances de masa y energía en diferentes sistemas enfatizando el estudio de sistemas abiertos • Participar en discusiones grupales de los temas investigados
<p>3. Segunda ley de la Termodinámica</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Resuelve problemas aplicando la segunda ley de la termodinámica a máquinas cíclicas evaluando su eficiencia y comprendiendo las limitaciones en las conversiones del calor y del trabajo <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis. • Habilidad para buscar, procesar y analizar información procedente de diversas fuentes. • Capacidad de trabajo en equipo. • Habilidad para trabajar en forma autónoma. • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. • Capacidad crítica y autocrítica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Explicar el significado de los siguientes conceptos: transformaciones reversibles e irreversibles, depósitos de energía térmica, máquinas térmicas y eficiencia. • Investigar y describir diversos enunciados de la segunda ley de la termodinámica discutiendo grupalmente sus implicaciones • Discutir los conceptos de las máquinas de movimiento perpetuo • Explicar el concepto de irreversibilidad que se presentan en los procesos • Describir el ciclo de Carnot y analizar los principios de Carnot • Determinar las expresiones para evaluar los ciclos de potencia (directos) • Resolver problemas relacionados con el tema
<p>4. Ciclos termodinámicos de potencia</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evalúa los ciclos de potencia de gases a través de la eficiencia térmica 	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar las características y las aplicaciones de los ciclos de potencia Otto, Diesel, Joule-Brayton • Buscar documentales en video sobre la operación y funcionamiento de ciclos

<p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none">• Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.• Habilidad para buscar, procesar y analizar información procedente de diversas fuentes.• Capacidad de trabajo en equipo.• Habilidad para trabajar en forma autónoma.• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.• Capacidad crítica y autocrítica.	<p>de potencia de gas</p> <ul style="list-style-type: none">• Representar los ciclos en los diagramas T-S y P-V y determinar su eficiencia térmica• Explicar los procesos de un motor de combustión interna• Investigar las partes que componen a los motores e identificarlas en un esquema, maqueta o motor real• Calcular la eficiencia térmica de los ciclos de turbina de gas aplicados a producción de energía eléctrica y aviación
--	--

8. Práctica(s)

<ul style="list-style-type: none">• Determinación de la presión atmosférica (barómetro de Torricelli).• Realizar mediciones y conocer el funcionamiento de termómetros, termopares y manómetros.• Determinación del punto de ebullición del agua u otros líquidos en función de la presión.• Medición de calores específicos.• Demostración de partes, componentes y sistemas de un motor de combustión interna de uso aeronáutico.

9. Proyecto de asignatura

<p>El objetivo del proyecto es demostrar el desarrollo y alcance de la(s) competencia(s) de la asignatura, considerando las siguientes fases:</p> <ul style="list-style-type: none">• Fundamentación: marco referencial (teórico, conceptual, contextual, legal) en el cual se fundamenta el proyecto de acuerdo con un diagnóstico realizado, mismo que permite a los estudiantes lograr la comprensión de realidad/situación objeto de estudio para definir un proceso de intervención o hacer el diseño de un modelo.• Planeación: con base en el diagnóstico en esta fase se realiza el diseño del proyecto por parte de los estudiantes con asesoría del docente; implica planificar un proceso: de intervención empresarial, social o comunitaria, el diseño de un modelo, entre otros, según el tipo de proyecto, las actividades a realizar los recursos requeridos y el cronograma de trabajo.• Ejecución: consiste en el desarrollo de la planeación del proyecto realizada por parte de los estudiantes con asesoría del docente, es decir en la intervención (social, empresarial), o construcción del modelo propuesto según el tipo de proyecto, es la fase de mayor duración que implica el desempeño de las competencias genéricas y específicas a formar.• Evaluación: es la fase final que aplica un juicio de valor en el contexto laboral-profesión, social e investigativo, ésta se debe realizar a través del reconocimiento de logros y aspectos a mejorar se estará promoviendo el concepto de “evaluación para la mejora continua”, la metacognición, el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes. <p>Proyectos propuestos:</p>
--



1. Desarrollo de un motor Stirling o dispositivos de generación de energía eléctrica basados en energías potenciales o dinámicas.

10. Evaluación por competencias

Para evaluar las actividades de aprendizaje se recomienda solicitar los trabajos enlistados y evaluarlos mediante el instrumento indicado:

- Trabajo en clase-rúbrica
- Reporte de investigación documental-lista de cotejo
- Preguntas de control diario-registro
- Videos-registro
- Exámenes parciales-evaluación
- Examen final-evaluación

11. Fuentes de información

Básicas

- Cengel, Y. A. y Boles, M. (2012). *Termodinámica* (7a edición). México: McGraw-Hill.
- Faires, V. M. y Clifford, M. S. (1982). *Termodinámica* (6a edición). México: UTEHA.
- Moran, M. J. y Shappiro, H. N. (2004). *Fundamentos de Termodinámica Técnica*, (1a edición en español). Barcelona: Reverté.
- Wark, K. (2001). *Termodinámica* (6a edición). Madrid: Mc Graw-Hill.

Complementarias:

- Borhnaque, C., Sonntag, R. E. (2009). *Fundamentals of Thermodynamics* (7a edición). USA: John Wiley and Sons.
- Granet, I. (1988). *Termodinámica*, México: Prentice Hall.
- Fogiel, M. (Ed.). (1997). *The Thermodynamics Problem Solver*. New Jersey: Research and Education Association.
- Howell, J.R. y Buckius, R. O. (1990). *Principios de termodinámica para ingenieros.*, México: Mc Graw Hill.
- Jones, J. B. y Dugan, R. E. (1997). *Ingeniería termodinámica*. México: Prentice Hall.
- Levenspiel, O. (1999). *Fundamentos de Termodinámica*. México: Prentice Hall.
- Manrique, J. (2001). *Termodinámica*, tercera edición. México: Oxford University Press.
- Saad, M. A. (1997). *Thermodynamics, Principles and Practice*. USA: Prentice Hall.
- Segura, J. (2002). *Termodinámica Técnica* (2a edición). Barcelona: Reverté.
- 10. Van Wylen, G. J. y Sonntag, R. E. (1994). *Fundamentals of Classical Thermodynamics* (4a edición). New Jersey: John Wiley & Sons.