

1.- DATOS DE LA ASIGNATURA

Nombre de la asignatura: **Termodinámica**

Carrera: **Ingeniería Naval**

Clave de la asignatura: NVF-1039

(Créditos) SATCA¹: **3-2-5**

2.- PRESENTACIÓN

Caracterización de la asignatura.

Esta asignatura aporta un elemento de competencia al perfil profesional del Ingeniero Naval para adquirir las capacidades y habilidades en una competencia profesional:

- Diseñar y evaluar vehículos y artefactos marinos mediante procesos de diseño e ingeniería naval así como las normas, reglamentos y códigos correspondientes.

Este elemento de competencia se integra con otros en la unidad de competencia siguiente:

- ✓ Diseñar, analizar y evaluar los sistemas de ingeniería de los productos navales de acuerdo con los requerimientos de la ingeniería y normativa que soporta su funcionalidad.

El elemento de competencia consiste en el siguiente desempeño específico:

- Utilizar los principios de la termodinámica requeridos para el análisis general de la energía.

Su importancia es relevante en el área de desempeño de ingeniería ya que es una herramienta esencial para el análisis de los sistemas y dispositivos de energía.

La asignatura consiste en un curso de termodinámica para ingeniería donde el énfasis se centra las aplicaciones de los principios y procedimientos de análisis de la termodinámica.

Tiene como pre-requisito dinámica, se relaciona hacia atrás con Cálculo Diferencial, Cálculo Integral, Cálculo Vectorial, es pre-requisito de Sistemas de Propulsión, y

¹ Sistema de asignación y transferencia de créditos académicos

está relacionada hacia adelante con Sistemas Auxiliares.

Intención didáctica.

Se organiza el temario en cuatro unidades, delimitando claramente los procedimientos de análisis de propiedades de sustancias puras, primera ley, segunda ley, entropía y exergía y, sistemas no reactivos y reactivos.

La primera unidad se subdivide en dos subtemas. El primer subtema aborda los conceptos de termodinámica y de energía, las dimensiones y las unidades, los sistemas y volúmenes de control, las propiedades de un sistema, la densidad y la densidad relativa, el estado y equilibrio, los procesos y ciclos, la temperatura y la ley cero, la presión y su variación con la profundidad, el manómetro, el barómetro y, el proceso de resolución de problemas. El segundo subtema describe el concepto de sustancia pura, las fases de una sustancia pura, los diagramas de propiedades para procesos de cambio de fase, las tablas de propiedades, la ecuación de estado de gas ideal, el factor de compresibilidad y, otras ecuaciones de estado (Van der Waals, Beattie-Bridgeman, Benedict-Webb-Rubin).

La segunda unidad se subdivide en tres subtemas. El primer subtema aborda las formas de energía, la transferencia de energía por calor, la transferencia de energía por trabajo, las formas mecánicas del trabajo, la primera ley de la termodinámica, el balance de energía, el cambio de energía de un sistema, los mecanismos de transferencia de energía, la energía de entrada y de salida y, la eficiencia en la conversión de energía. El segundo subtema describe el trabajo de frontera móvil, el proceso politrópico, el balance de energía para sistemas cerrados, los calores específicos, la energía interna, entalpía y calores específicos de gases ideales, las relaciones de calores específicos de gases ideales, la energía interna, entalpía y calores específicos de sólidos y líquidos y, los cambios de energía interna y de entalpía. El tercer subtema proporciona la conservación de la masa, los flujos máxicos y volumétricos, el principio de conservación de la masa, el balance de masa para procesos de flujo estable, el caso especial de flujo incompresible, el trabajo de flujo y energía de un fluido en movimiento, la energía total de un fluido en movimiento, la energía transportada por la masa, el análisis de energía de sistemas de flujo estable, algunos dispositivos de flujo estable como las toberas y difusores, las turbinas y compresores, las válvulas de estrangulamiento, las cámaras de mezclado, los intercambiadores de calor, el flujo en tuberías y ductos y, el análisis de procesos de flujo inestable.

La tercera unidad se subdivide en tres subtemas. El primer subtema introduce la segunda ley, los depósitos de energía térmica, las máquinas térmicas, la eficiencia térmica, el enunciado de Kelvin-Planck, los refrigeradores y las bombas de calor, el coeficiente de desempeño, el enunciado de Clausius, la equivalencia de los dos enunciados, las máquinas de movimiento perpetuo, los procesos reversibles e irreversibles, las irreversibilidades, los procesos internamente y externamente reversibles, el ciclo de Carnot, el ciclo de Carnot inverso, los principios de Carnot, la escala termodinámica de temperatura, la máquina térmica de Carnot, la calidad de la

energía, cantidad contra calidad en la vida diaria, el refrigerador de Carnot y la bomba de calor. El segundo subtema describe la entropía, los procesos isotérmicos de transferencia de calor internamente reversibles, el principio del incremento de entropía, el cambio de entropía de sustancias puras, los procesos isentrópicos, los diagramas de propiedades que involucran a la entropía, qué es la entropía, las relaciones Tds, el cambio de entropía de líquidos y sólidos, el cambio de entropía de gases ideales, el trabajo reversible en flujo estable, la minimización del trabajo del compresor, las eficiencias isentrópicas de dispositivos de flujo estable (turbinas, compresores, bombas y toberas), el balance de entropía, el balance de entropía, el cambio de entropía de un sistema, los mecanismos de transferencia de entropía, la generación de entropía, los sistemas cerrados y abiertos y, la generación de entropía asociada con un proceso de transferencia de calor. El tercer subtema proporciona la medida del trabajo potencial, la exergía asociado con las energías cinética y potencial, el trabajo reversible e irreversibilidad, la eficiencia de la segunda ley, el cambio de exergía de un sistema, la exergía de una masa fija y de una corriente de fluido, la transferencia de exergía por calor, trabajo y masa, el principio de disminución de exergía y destrucción de exergía, el balance de exergía en sistemas cerrados y abiertos, el balance de exergía para sistemas de flujo estable, el trabajo reversible y, la eficiencia de la segunda ley para dispositivos de flujo estable.

La cuarta unidad se subdivide en dos subtemas. El primer subtema trata las mezclas de gases no reactivas, la composición de una mezcla de gases (fracciones molares y de masa), el comportamiento P-v-T de mezclas de gases ideales y reales y, las propiedades de mezclas de gases ideales y reales. El segundo subtema discute las reacciones químicas, los combustibles y la combustión, los procesos de combustión teórica y real, la entalpía de formación y entalpía de combustión, el análisis de sistemas reactivos con base en la primera ley, la temperatura de flama adiabática, el cambio de entropía de sistemas reactivos, el análisis de sistemas reactivos con base en la segunda ley.

El enfoque sugerido para la materia requiere que las actividades prácticas promuevan el desarrollo de habilidades para la experimentación, tales como: identificación, manejo y control de variables y datos relevantes; planteamiento de hipótesis; trabajo en equipo; asimismo, propicien procesos intelectuales como inducción-deducción y análisis-síntesis con la intención de generar una actividad intelectual compleja; por esta razón varias de las actividades prácticas se han descrito como actividades previas al tratamiento teórico de los temas, de manera que no sean una mera corroboración de lo visto previamente en clase, sino una oportunidad para conceptualizar a partir de lo observado. En las actividades prácticas sugeridas, es conveniente que el profesor busque sólo guiar a sus alumnos para que ellos hagan la elección de las variables a controlar y registrar. Para que aprendan a planificar, que no planifique el profesor todo por ellos, sino involucrarlos en el proceso de planeación.

La lista de actividades de aprendizaje no es exhaustiva, se sugieren sobre todo las necesarias para hacer más significativo y efectivo el aprendizaje. Algunas de las actividades sugeridas pueden hacerse como actividad extra clase y comenzar el

tratamiento en clase a partir de la discusión de los resultados de las observaciones. Se busca partir de experiencias concretas, cotidianas, para que el estudiante se acostumbre a reconocer los fenómenos físicos en su alrededor y no sólo se hable de ellos en el aula. Es importante ofrecer escenarios distintos, ya sean construidos, artificiales, virtuales o naturales

En las actividades de aprendizaje sugeridas, generalmente se propone la formalización de los conceptos a partir de experiencias concretas; se busca que el alumno tenga el primer contacto con el concepto en forma concreta y sea a través de la observación, la reflexión y la discusión que se dé la formalización; la resolución de problemas se hará después de este proceso. Esta resolución de problemas no se especifica en la descripción de actividades, por ser más familiar en el desarrollo de cualquier curso. Pero se sugiere que se diseñen problemas con datos faltantes o sobrantes de manera que el alumno se ejercite en la identificación de datos relevantes y elaboración de supuestos.

En el transcurso de las actividades programadas es muy importante que el estudiante aprenda a valorar las actividades que lleva a cabo y entienda que está construyendo su hacer futuro y en consecuencia actúe de una manera profesional; de igual manera, aprecie la importancia del conocimiento y los hábitos de trabajo; desarrolle la precisión y la curiosidad, la puntualidad, el entusiasmo y el interés, la tenacidad, la flexibilidad y la autonomía.

Es necesario que el profesor ponga atención y cuidado en estos aspectos en el desarrollo de las actividades de aprendizaje de esta asignatura

3.- COMPETENCIAS A DESARROLLAR

Competencias específicas: Utilizar los principios de la termodinámica requeridos para el análisis general de la energía.	Competencias genéricas <i>Competencias instrumentales</i> <ul style="list-style-type: none">▪ Capacidad de análisis y síntesis▪ Capacidad de organizar y planificar▪ Conocimientos generales básicos▪ Conocimientos básicos de la carrera▪ Comunicación oral y escrita en su propia lengua▪ Conocimiento de una segunda lengua▪ Habilidades básicas de manejo de la computadora▪ Habilidades de gestión de información (habilidad para buscar y analizar información proveniente de
--	--

fuentes diversas

- Solución de problemas
- Toma de decisiones.

Competencias interpersonales

- Capacidad crítica y autocrítica
- Trabajo en equipo
- Habilidades interpersonales
- Capacidad de trabajar en equipo interdisciplinario
- Capacidad de comunicarse con profesionales de otras áreas
- Apreciación de la diversidad y multiculturalidad
- Habilidad para trabajar en un ambiente laboral
- Compromiso ético

Competencias sistémicas

- Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica
- Habilidades de investigación
- Capacidad de aprender
- Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones
- Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad)
- Liderazgo
- Conocimiento de culturas y costumbres de otros países
- Habilidad para trabajar en forma autónoma
- Capacidad para diseñar y gestionar proyectos
- Iniciativa y espíritu emprendedor
- Preocupación por la calidad
- Búsqueda del logro

4.- HISTORIA DEL PROGRAMA

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones (cambios y justificación)
Instituto Tecnológico de: Boca del Río y Mazatlán del 30 de noviembre del 2009 al 23 de abril del 2010	Representantes de la academia de ingeniería naval	Análisis y enriquecimiento

5.- OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DEL CURSO (competencias específicas a desarrollar en el curso)

Analizar la energía y sus transformaciones en sistemas cerrados y abiertos por medio de los procedimientos de la termodinámica.

6.- COMPETENCIAS PREVIAS

- Utilizar los principios y métodos de Estática para el análisis de cuerpos rígidos sin movimiento
- Utilizar los principios y métodos de Cálculo Vectorial para el análisis de modelos que representan fenómenos de la naturaleza en los cuales interviene más de una variable continua
- Utilizar las técnicas de Computación para el análisis de problemas de ingeniería mediante Visual Basic, Excel y MATLAB

7.- TEMARIO

Unidad	Temas	Subtemas
1	Introducción a la termodinámica	1.1 Conceptos básicos 1.2 Propiedades de las sustancias puras
2	Primera ley de la termodinámica y sus aplicaciones	2.1 Primera ley de la termodinámica 2.2 Análisis de energía de sistemas cerrados 2.3 Análisis de energía de sistemas abiertos

3	Segunda ley de la termodinámica y sus aplicaciones	3.1 Segunda ley de la termodinámica 3.2 Entropía y análisis de energía de sistemas cerrados y abiertos 3.3 Exergía y análisis de sistemas cerrados y abiertos
4	Sistemas no reactivos y reactivos	4.1 Mezclas de gases 4.2 Reacciones químicas

8.- SUGERENCIAS DIDÁCTICAS (desarrollo de competencias genéricas)

El profesor debe:

Ser conocedor de la disciplina que está bajo su responsabilidad, conocer su origen y desarrollo histórico para considerar este conocimiento al abordar los temas. Desarrollar la capacidad para coordinar y trabajar en equipo, orientar el trabajo del estudiante y potenciar en él la autonomía, el trabajo cooperativo, y la toma de decisiones. Mostrar flexibilidad en el seguimiento del proceso formativo y propiciar la interacción entre los estudiantes. Tomar en cuenta el conocimiento de los estudiantes como punto de partida y como obstáculo para la construcción de nuevos conocimientos.

- Propiciar actividades de metacognición. Ante la ejecución de una actividad, señalar o identificar el tipo de proceso intelectual que se realizó: una identificación de patrones, un análisis, una síntesis, la creación de un heurístico, etc. Al principio lo hará el profesor, luego será el alumno quien lo identifique.
- Propiciar actividades de búsqueda, selección y análisis de información en distintas fuentes.
- Fomentar actividades grupales que propicien la comunicación, el intercambio argumentado de ideas, la reflexión, la integración y la colaboración de y entre los estudiantes.
- Observar y analizar fenómenos y problemáticas propias del campo ocupacional.
- Relacionar los contenidos de esta asignatura con las demás del plan de estudios a las que ésta da soporte para desarrollar una visión interdisciplinaria en el estudiante.
- Propiciar el desarrollo de capacidades intelectuales relacionadas con la lectura, la escritura y la expresión oral.

- Facilitar el contacto directo con materiales, instrumentos y software, al llevar a cabo actividades prácticas, para contribuir a la formación de las competencias para el trabajo experimental.
- Propiciar el desarrollo de actividades intelectuales de inducción-deducción y análisis-síntesis, que encaminen hacia la investigación.
- Desarrollar actividades de aprendizaje que propicien la aplicación de los conceptos, modelos y metodologías que se van aprendiendo en el desarrollo de la asignatura.
- Proponer problemas que permitan al estudiante la integración de contenidos de la asignatura y entre distintas asignaturas, para su análisis y solución.
- Relacionar los contenidos de la asignatura con el cuidado del medio ambiente.
- Cuando los temas lo requiera, utilizar medios audiovisuales para una mejor comprensión del estudiante.
- Propiciar el uso de las nuevas tecnologías en el desarrollo de la asignatura (procesador de texto, hoja de cálculo, base de datos, graficador, internet, paquetes de software, etc)

9.- SUGERENCIAS DE EVALUACIÓN

La evaluación debe ser continua y formativa por lo que se debe considerar el desempeño en cada una de las actividades de aprendizaje, haciendo especial énfasis en:

- Información obtenida durante las investigaciones solicitadas plasmada en documentos escritos.
- Exámenes escritos para comprobar el manejo de aspectos teóricos y declarativos.
- Solución de casos prácticos, con participación individual o en grupo.
- Participación en proyectos y ensayos.
- Formulación de estrategias para resolver problemas.
- Exposiciones por parte del alumno.
- Prácticas de laboratorio o simulación con paquetes de software.
- Reportes escritos de las observaciones hechas durante las actividades, así como de las conclusiones obtenidas de dichas observaciones.
- Utilización de principios en la solución de problemas.
- Participación activa y crítica en clases.
- Asistencia a tutorías.
- Descripción de otras experiencias concretas que podrían realizarse adicionalmente.

10.- UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad 1: Introducción a la termodinámica.

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
<p>Analizar las propiedades de las sustancias puras.</p> <p>Determinar propiedades de estado de sustancias puras.</p>	<ul style="list-style-type: none">• Definir el concepto de termodinámica• Revisar los sistemas de unidades SI métrico e inglés• Explicar los conceptos de sistema, estado, postulado de estado, equilibrio, proceso y ciclo• Revisar los conceptos de temperatura, escalas de temperatura, presión, y presiones absoluta y manométrica• Introducir el concepto de sustancia pura• Estudiar la física de los procesos de cambio de fase• Ilustrar los diagramas de propiedades presión-volumen específico, temperatura-volumen específico, presión-temperatura, y las superficies presión-volumen específico-temperatura de sustancias puras• Demostrar los procedimientos para determinar propiedades termodinámicas de sustancias puras a partir de tablas sobre propiedades• Describir la sustancia hipotética gas ideal y la ecuación de estado de gas ideal• Aplicar la ecuación de estado de gas ideal en la solución de problemas representativos• Introducir el factor de compresibilidad que toma en cuenta la desviación de

	<p>gases reales respecto del comportamiento de gas ideal</p> <ul style="list-style-type: none"> • Explicar cómo utilizar la ecuación de estado de Van der Waals • Explicar cómo utilizar la ecuación de estado de Beattie-Bridgeman
--	---

Unidad 2: Primera ley de la termodinámica y sus aplicaciones.

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
<p>Analizar la energía en sistemas cerrados y abiertos con la primera ley de la termodinámica</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Presentar el concepto de energía y definir sus distintas formas • Analizar la naturaleza de la energía interna • Definir el concepto de calor y la terminología relacionada con la transferencia de energía causada por calor • Analizar los tres mecanismos de transferencia de calor: conducción, convección y radiación • Definir el concepto de trabajo, incluidos el trabajo eléctrico y varias formas de trabajo mecánico • Introducir la primera ley de la termodinámica, balances de energía y mecanismos de transferencia de energía hacia o desde un sistema • Determinar que un fluido que pasa por una superficie de control de un volumen de control lleva energía a través de dicha superficie, además de cualquier

transferencia de energía ya sea en forma de calor, trabajo, o ambos

- Definir las eficiencias de conversión de energía
- Analizar las implicaciones de la conversión de energía en el ambiente
- Examinar el trabajo de fronteras móviles que se encuentra comúnmente en dispositivos reciprocantes
- Identificar la primera ley de la termodinámica como un enunciado del principio de conservación de la energía para sistemas cerrados
- Desarrollar el balance general de energía aplicado a sistemas cerrados
- Definir el calor específico a volumen constante y el calor específico a presión constante
- Relacionar los calores específicos con el cálculo de cambios en la energía interna y la entalpía de gases ideales
- Describir sustancias incompresibles y determinar los cambios en su energía interna y entalpía
- Resolver problemas de balance de energía para sistemas cerrados que tienen que ver con interacciones de calor y trabajo para sustancias puras en general, gases ideales y sustancias incompresibles
- Desarrollar el principio de conservación de la masa
- Aplicar el principio de conservación de la

	<p>masa a varios sistemas que incluyen volúmenes de control de flujo estable e inestable</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aplicar la primera ley de la termodinámica como enunciado del principio de conservación de la energía para volúmenes de control • Identificar la energía que lleva una corriente de fluido que cruza una superficie de control como la suma de energía interna, trabajo de flujo, energías cinética y potencial del fluido y relacionar la combinación de la energía interna y el trabajo de flujo con la propiedad entalpía • Resolver problemas de balance de energía para dispositivos comunes de flujo estable como toberas, compresores, turbinas, válvulas de estrangulamiento, mezcladores, calentadores e intercambiadores de calor • Aplicar el balance de energía a procesos de flujo inestable con particular énfasis en el proceso de flujo uniforme como el modelo encontrado comúnmente para los procesos de carga y descarga
--	---

Unidad 3: Segunda ley de la termodinámica y sus aplicaciones.

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
<p>Analizar la energía en sistemas cerrados y abiertos con la segunda ley de la termodinámica</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Introducir la segunda ley de la termodinámica • Identificar procesos válidos como

	<p>aquellos que satisfacen tanto la primera como la segunda ley de la termodinámica</p> <ul style="list-style-type: none">• Analizar los depósitos de energía térmica, procesos reversibles e irreversibles, máquinas térmicas, refrigeradores y bombas de calor• Describir los enunciados de Kelvin-Planck y Clausius de la segunda ley de la termodinámica• Explicar los conceptos de máquinas de movimiento perpetuo• Aplicar la segunda ley de la termodinámica a ciclos y dispositivos cíclicos• Aplicar la segunda ley para desarrollar la escala de temperatura termodinámica absoluta• Describir el ciclo de Carnot• Examinar los principios de Carnot, las máquinas térmicas idealizadas de Carnot, refrigeradores y bombas de calor• Determinar las expresiones para las eficiencias térmicas y los coeficientes de desempeño para máquinas térmicas reversibles, bombas de calor y refrigeradores• Aplicar la segunda ley de la termodinámica a los procesos• Definir la propiedad llamada entropía para cuantificar los efectos de la segunda ley
--	--

	<ul style="list-style-type: none">• Establecer el principio de incremento de entropía• Calcular los cambios de entropía que tienen lugar durante los procesos para las sustancias puras, las incompresibles y los gases ideales• Examinar una clase especial de procesos idealizados, llamados isentrópicos, y desarrollar las relaciones de propiedad de éstos• Derivar las relaciones de trabajo de flujo estable reversible• Desarrollar las eficiencias isentrópicas para varios dispositivos de flujo continuo• Introducir y aplicar el balance de entropía a varios sistemas• Examinar el desempeño de los dispositivos de ingeniería a la luz de la segunda ley de la termodinámica• Definir la exergía, que es el trabajo útil máximo que puede obtenerse del sistema en un estado y un ambiente especificados• Definir trabajo reversible, que es el trabajo útil máximo que puede obtenerse cuando un sistema experimenta un proceso entre dos estados especificados• Definir destrucción de exergía, que es el trabajo potencial desperdiciado durante un proceso como resultado de irreversibilidades
--	--

	<ul style="list-style-type: none"> • Definir la eficiencia de la segunda ley • Desarrollar la relación de balance de exergía • Aplicar el balance de exergía a los sistemas cerrados y abiertos
--	--

Unidad 4: Sistemas no reactivos y reactivos.

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
<p>Analizar los sistemas no reactivos y reactivos y la aplicación de las relaciones de balance de energía.</p> <p>Analizar la combustión y la aplicación de las relaciones de balance de energía.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar reglas para determinar las propiedades de una mezcla de gases no reactivas a partir del conocimiento de la composición de la mezcla y de las propiedades de los componentes individuales. • Definir las cantidades que se utilizan para describir la composición de una mezcla, tales como la fracción de masa, la fracción molar y la fracción volumétrica. • Aplicar las reglas para determinar las propiedades de la mezcla a mezclas de gases ideales y mezclas de gases reales. • Predecir el comportamiento P-V-T de las mezclas de gas con base en la ley de presiones aditivas de Dalton y en la de volúmenes aditivos de Amagat • Llevar a cabo el análisis de energía y de exergía en procesos de mezclado • Proporcionar un panorama de los

	<p>combustibles y la combustión</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aplicar el principio de la conservación de la masa a sistemas reactivos para determinar las ecuaciones de reacción balanceadas • Definir los parámetros utilizados en el análisis de la combustión, tales como la relación aire-combustible, el porcentaje teórico de aire y la temperatura de punto de rocío • Aplicar balances de energía a sistemas reactivos para volúmenes de control de flujo estacionario y para sistemas de masa fija • Calcular la entalpía de reacción, la entalpía de combustión y los poderes caloríficos de los combustibles • Determinar la temperatura de flama adiabática para mezclas reactivas • Evaluar el cambio de entropía de los sistemas reactivos • Analizar los sistemas reactivos desde la perspectiva de la segunda ley
--	---

11.- FUENTES DE INFORMACIÓN

NECESARIA PARA EL ESTUDIO Y PRESENTACIÓN DE EXAMENES

1. Cengel, Yunus A., & Boles, Michael, A., Termodinámica 6 edición, Ed. Mc Graw Hill

RECOMENDADA COMO SUPLEMENTO

1. Rolle, Kurt C., Termodinámica 6 edición, Ed. PEARSON
2. Huang, Francis F., Ingeniería Termodinámica ed. CECOSA
3. Burghardt, M. David & Harbach, James A., Engineering Thermodynamics 4 edition, Ed. CMP
4. Wong, Kau-fui, Thermodynamics for Engineers, Ed. Taylor & Francis

12.- PRÁCTICAS PROPUESTAS

1. Experimentar con software de termodinámica análisis de energía con la primera ley en sistemas cerrados y abiertos
2. Experimentar con software de termodinámica análisis de energía con la segunda ley y la entropía en sistemas cerrados y abiertos
3. Experimentar con software de termodinámica análisis de energía con la segunda ley y la exergía en sistemas cerrados y abiertos
4. Experimentar con software de termodinámica análisis de energía del sistema reactivo de combustión