



*Universidad Nacional de Luján*

Departamento de Tecnología

LUJÁN, 01 DE SEPTIEMBRE DE 2021

VISTO: La presentación del programa de la asignatura Máquinas Térmicas (40112) correspondiente a la Carrera Ingeniería Industrial efectuada por el Profesor Responsable, y

CONSIDERANDO:

Que el referido programa se presentó ante la Comisión Plan de Estudios de la Carrera Ingeniería Industrial, la que aconseja su aprobación.

Que corresponde al Consejo Directivo la aprobación de los programas de las asignaturas de las distintas carreras a las que presta servicios académicos este Departamento, conforme el artículo 64, inciso d) del Estatuto de esta Universidad.

Que el Consejo Directivo Departamental, mediante Disposición DISPCD-TLUJ: 0000357/14, delegó en su Presidente la emisión de actos administrativos de aprobación de programas de asignaturas, que cuenten con el informe favorable de la Comisión Plan de Estudios correspondiente.

Que la presente disposición se encuadra en la vía excepcional admitida en relación a la forma del acto por el Artículo 8° de la Ley de Procedimiento Administrativo, al emitirse en el marco de la declaración mundial de Pandemia y Emergencia Sanitaria Nacional ampliada por el Coronavirus Covid-19, y en vigencia del Distanciamiento Social Preventivo y Obligatorio.

Por ello,

LA PRESIDENTA DEL CONSEJO DIRECTIVO  
DEL DEPARTAMENTO DE TECNOLOGÍA  
D I S P O N E:

ARTÍCULO 1°.- APROBAR el programa de la asignatura Máquinas Térmicas (40112): 2021 - 2022 - Plan 25.08, correspondiente a la Carrera Ingeniería Industrial, que como anexo forma parte de la presente disposición.

ARTÍCULO 2°.- Regístrese, comuníquese, remítase a la Dirección General Técnica. Cumplido, archívese.-

DISPOSICIÓN DISPPCD-TLUJ: 0000061-21

  
Dra. Elara B. CRAIG  
Presidente Consejo Directivo  
Departamento de Tecnología

PROGRAMA OFICIAL

1/6

---

DENOMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD: 40112 – Máquinas Térmicas

TIPO DE ACTIVIDAD ACADÉMICA: Asignatura

---

CARRERA: Ingeniería Industrial

PLAN DE ESTUDIOS: 25.08

---

DOCENTE RESPONSABLE:

Ing. Benítez Sigaut Eduardo Agustín- Profesor Adjunto

EQUIPO DOCENTE:

Ing. Rossi Berluti Flavia – JTP (jefa de trabajos prácticos)

Ing. Tabarez Federico – JTP (jefe de trabajos prácticos)

Ing. Giop Juan – Ayudante 1º

---

**ACTIVIDADES CORRELATIVAS PRECEDENTES:**

PARA CURSAR:

Cursada: 40935-Termodinámica. Aprobadas: 10908-Física I, 10892-Química Industrial.

PARA APROBAR:

Aprobadas: 40935-Termodinámica, 10908-Física I, 10892-Química Industrial.

CARGA HORARIA TOTAL: HORAS SEMANALES: 8 horas. - HORAS TOTALES 120 horas.

DISTRIBUCIÓN INTERNA DE LA CARGA HORARIA:

Clases Teóricas: 80%

Clases Prácticas: 20%

PERÍODO DE VIGENCIA DEL PRESENTE PROGRAMA: 2021-2022

**CONTENIDOS MÍNIMOS O DESCRIPTORES**

Máquinas térmicas de vapor de agua. Ciclo de vapor. Distintos tipos. Rendimiento. Balances energéticos - Eficiencia. Combustión y combustibles. Características y propiedades de los combustibles sólidos, líquidos y gaseosos. Gases de combustión. Análisis. Intercambiadores de calor. Generadores de vapor. Hogares. Tiraje. Superficies intercambiadoras. Calderas, tipos, características y funcionamiento. Tratamientos del agua. Turbinas de vapor. Características. Elementos componentes: toberas y paleteados. Regulación de velocidad. Turbinas de gas. Ciclo de Joule Brayton. Rendimiento. Compresores y cámaras de combustión. Características. Máquinas térmicas de gas. Características y funcionamiento. Ciclos Otto, Diesel y semidiesel. Motores de dos y cuatro tiempos. Sistemas de inyección. Bombas e inyectores. Reactores nucleares. Distintos tipos. Fisión nuclear. Combustible. Moderador. Refrigerantes, etc. Reactores de potencia. Características. Fusión nuclear. Reactores de fusión.

---

**FUNDAMENTACIÓN, OBJETIVOS, COMPETENCIAS**

**FUNDAMENTACION**

El ingeniero Industrial debe ser capaz de cumplir funciones tanto en el campo de la gestión organizativa como productiva. Debe ser el nexo entre los sectores productivos, económicos y administrativos, por lo que el conocimiento de los procesos de generación y conversión energética, equipos e instalaciones y servicios industriales es de vital importancia para que puedan organizar y planificar plantas industriales, proyectar las instalaciones necesarias para el desarrollo de procesos productivos y dirigir su ejecución y mantenimiento.

**OBJETIVOS GENERALES:**

Proporcionar al estudiante conocimientos sobre la generación de energía, tecnologías, equipos e instalaciones para que puedan intervenir en el diseño tecnológico del sistema energético y en la selección, la instalación, la supervisión operativa y el mantenimiento de los equipos requeridos para el suministro de los servicios energéticos demandados por los procesos industriales.

Brindar al estudiante los conocimientos, herramientas y criterio para decidir el tipo, tamaño y tecnología de los recursos a utilizar en el proceso en el que están interviniendo.

**ESPECÍFICOS:**

- Comprender el funcionamiento de los diferentes equipos térmicos y demás equipos auxiliares.
- Integrar los equipos térmicos y mecánicos con el objeto de configurar sistemas adecuados para satisfacer las demandas energéticas de los procesos industriales.
- Gestionar el uso eficiente de los recursos.
- 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.
- Potenciar la aptitud para el trabajo, discusión en equipo, expresión de opiniones e ideas propias y razonamiento con criterio propio.
- Reconozca la importancia del uso y cuidado de la energía.
- Inducir, estimular la búsqueda de información bibliográfica de los temas.

**COMPETENCIAS**

Los objetivos de esta asignatura apuntan principalmente a contribuir en la adquisición de competencias tomando aquellas establecidas y mencionadas en el trabajo de CONFEDI.

Esta asignatura contribuye y participa fuertemente en la adquisición de algunas y parcialmente de otras, tanto en las competencias tecnológicas como actitudinales definidas.

---

## **CONTENIDOS**

### **1) INTRODUCCIÓN:**

Concepto de maquina térmica. Clasificación: por tipo mecánico: desplazamiento positivo y rotativas, por tipo de combustión: interna o externa.

Los recursos y las demandas energéticas. Generación de energía: Centrales termoeléctricas. Principios de funcionamiento y esquemas de las instalaciones. Matriz energética.

### **2) GENERACION TERMOELECTRICA:**

#### **Ciclos de vapor aplicados.**

Introducción. Ciclo de Carnot. Definición de temperatura media termodinámica. Ciclos de Rankine. Ciclo con sobrecalentamiento. Ciclo con recalentamiento intermedio. Ciclos regenerativos. Rankine supercrítico. Variación del rendimiento de los ciclos con la presión y temperatura del vapor. Selección del ciclo. Parámetros operativos de eficiencia. Definición de Consumo específico de calor y de vapor. Rendimiento térmico. Análisis de energía del ciclo. Instalaciones. Generación mediante ciclos de vapor.

#### **Conceptos generales de turbinas.**

Introducción. Estructura interna de la turbina. Definición de escalonamiento. Toberas y difusores. Formas de toberas y difusores. Relación crítica de presiones. Estado de estancamiento. Análisis de formas de toberas. Rendimiento de toberas. Grado de reacción.

#### **Turbinas de vapor.**

Introducción. Clasificación de las turbinas de vapor. Regulación de las turbinas de vapor.

#### **Turbinas de gas.**

Principio de funcionamiento de la turbina de gas. Representación ideal del funcionamiento de la turbina de gas. Rendimiento térmico teórico de la turbina de gas. Turbinas heavy duty y turbinas aeroderivadas.- Disposición.Optimización de las condiciones operativas de las turbinas de gas. Puntos débiles de la generación de potencia mediante turbina de gas. Tecnologías para la reducción de NO<sub>x</sub>. Rendimientos a cargas parciales. Ciclos combinados. Criterios para la selección de tecnologías.Cogeneración.Comparación de plantas de potencia para la cogeneración de calor y electricidad.

#### **Motores de combustión interna (alternativos)**

Clasificación. Ciclo Otto-Beau de Rochas de aire estándar. Motores de cuatro tiempos. Motor de dos tiempos. Rendimiento térmico. Ciclo Semidiesel-Sabathe.Ciclo Wankel o rotativo.Combustibles.especificación característica. Relación estequiométrica y relación de mezcla. Ciclo real de funcionamiento. Rendimiento volumétrico. Curvas características de un motor. Dimensionamiento de generadores de energía eléctrica. Análisis de carga. Clasificaciones del motor.Normativa.Respuesta transitoria. Plantas de generación de potencia.

### **3) Combustibles-Combustión.**

Clasificación de los combustibles. Descripción y características de los combustibles. Fósiles y Renovables. Combustión. Estequiometría. Tipos de combustión. Exceso de aire. Ecuaciones de la combustión. Herramientas y equipos para medir gases de combustión. Balance energético. Emisiones, descripción y control. Gestión y optimización del proceso de combustión.

### **4) Generadores de vapor.**

Definiciones y parámetros característicos de los Generadores de Vapor. Clasificación de Calderas. Tipos de Calderas humotubulares y acuotubulares. Características y diseño de los equipos componentes de los

circuitos Aire-Gases de Combustión y Agua - Vapor. Detalles. Constructivos de tubería de hogar. Sobrecalentador. Recalentador. Domo, Economizador, Calentador de aire. Circulación y evaporación en el hogar. Sistema de Regulación de calderas. Normas de Diseño y Construcción.

#### **5) Condensadores y Precalentadores de Agua.**

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. Instalación de agua de refrigeración. Bombas de circulación, filtros rotativos, torres de enfriamiento.

Precalentadores de superficie, funcionamiento, materiales y detalles constructivos.

#### **6) Tratamiento del agua para uso en calderas.**

El agua y sus características. Grado de dureza. Los problemas del agua: incrustación arrastre y corrosión. Dispositivos correctivos. Sección Pre operacional: Clarificación, Filtrado, Ablandamiento, Desmineralizado. Cadenas desmineralizadoras. Sección Operacional: Desgasificación, Control de pH, Purga continua, control operacional del ciclo. Valores recomendados.

---

### **METODOLOGÍA**

El desarrollo de la asignatura consiste en el dictado de clases teóricas y prácticas de los contenidos del programa utilizándose para ello diversos recursos didácticos como proyecciones, pizarrón, materiales audiovisuales.

El material teórico de cada uno de los temas es elaborado por el equipo docente y se encuentra disponible en el aula virtual de la asignatura en la plataforma de la Universidad como así también pueden utilizarse libros de consulta existentes en biblioteca para la ampliación de los temas.

En las exposiciones teóricas y resoluciones prácticas se expone al alumno ante situaciones y problemáticas reales fomentando su participación, que pueda exponer sus ideas con criterio y aportar su propio pensamiento.

### **TRABAJOS PRÁCTICOS**

- TP I Ciclos de potencia

Resolución de problemas de ciclos de vapor, Joule- Brayton y cogeneración. Análisis energético.

- TP II Combustión

Resolución de problemas de combustión.

- TP III Análisis de una maquina frigorífica.

En esta actividad se utiliza un dispositivo frigorífico de compresión mecánica, donde los alumnos ensayan distintas situaciones analizando los cambios de los parámetros operativos de la máquina.

- TP IV Instalación neumática.

Armado y operación de circuitos neumáticos en tablero didáctico de laboratorio.

- TP V Sala de calderas y combustión

Visualización de elementos en sala de máquinas de la planta piloto de la UNLu. Operación del generador de vapor. Medición de gases de combustión, análisis del proceso y propuestas de mejora.

---

### **VIAJES CURRICULARES**

Dentro de las actividades de esta asignatura se tiene previsto la realización de los siguientes viajes curriculares:

**PROGRAMA OFICIAL**

5/6

- 1- Viaje a Central Térmica con el objetivo de que los alumnos puedan tomar contacto con una central térmica de generación eléctrica y ver in situ el funcionamiento de la misma, conocer en detalle sus partes y elementos que la componen.

Destino: Provincia de Buenos Aires. Duración: Un (1) día.

**REQUISITOS DE APROBACION Y CRITERIOS DE CALIFICACIÓN:**

**CONDICIONES PARA PROMOVER (SIN EL REQUISITO DE EXAMEN FINAL)**

DE ACUERDO AL ART.23 DEL REGIMEN GENERAL DE ESTUDIOS RESHCS-LUJ:0000996-15

- a) Tener aprobadas las actividades correlativas al finalizar el turno de examen extraordinario de ese cuatrimestre.
- b) Cumplir con un mínimo del 75 % de asistencia para las clases teóricas.
- c) Aprobar todos los prácticos previstos en este programa, pudiendo recuperarse hasta un 25% del total por ausencias o aplazos.
- d) Aprobar el 100% de las dos evaluaciones previstas con un promedio no inferior a seis (6) puntos sin recuperar ninguna.
- e) Aprobar una evaluación integradora de la asignatura con calificación no inferior a siete (7) puntos.

**CONDICIONES PARA APROBAR COMO REGULAR (CON REQUISITO DE EXAMEN FINAL)**

DE ACUERDO AL ART.24 DEL REGIMEN GENERAL DE ESTUDIOS RESHCS-LUJ:0000996-15

- a) Estar en condición de regular en las actividades correlativas al momento de su inscripción al cursado de la asignatura.
- b) Cumplir con un mínimo del 75 % de asistencia para las clases teóricas.
- c) Aprobar todos los prácticos previstos en este programa, pudiendo recuperarse hasta un 40% del total por ausencias o aplazos.
- d) Aprobar el 100% de las evaluaciones previstas con calificación no inferior a cuatro (4) puntos, pudiendo recuperar el 50% de las mismas. Cada evaluación solo podrá recuperarse en una oportunidad.

**EXAMENES PARA ESTUDIANTES EN CONDICIÓN DE LIBRES**

1. Para aquellos estudiantes que, habiéndose inscriptos oportunamente en la presente actividad hayan quedado en condición de libres por aplicación de los artículos 22, 25, 27, 29 o 32 del Régimen General de Estudios, SI podrán rendir en tal condición la presente actividad.
2. Para aquellos estudiantes que no cursaron la asignatura y se presenten en condición de alumnos libres en la Carrera, por aplicación de los artículos 10 o 19 del Régimen General de Estudios, SI podrán rendir en tal condición la presente actividad.
3. Las características del examen en condición de libres son las siguientes: una primera parte práctica sobre cualquiera de los temas de este programa. Una vez aprobada esta instancia, con el 60% del puntaje, se accede a la segunda parte, teórica, también sobre cualquiera de los temas contenidos en este programa. La calificación del estudiante en condición de libre será definida por el desempeño de ambas etapas. El estudiante que quiera presentarse en esta condición, deberá comunicarse previamente con el equipo docente para recibir las indicaciones pertinentes.

---

**BIBLIOGRAFÍA**

Obligatoria: Apuntes elaborados por el grupo docente de la asignatura.

Optativa y complementaria:

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LUJÁN**  
**DEPARTAMENTO DE TECNOLOGÍA**

**PROGRAMA OFICIAL**

6/6

- Apuntes Máquinas Térmicas – Ing Barral – UNLu 2002.
- Apuntes de Máquinas Térmicas I y Tecnología del Calor- “Ciclos de vapor “- Depto. Mecánica- UTN, Facultad Regional Bs As- CEIT 1995.
- Termodinámica – Yunus A Çengel, Michael A Boles, 2 da edición -Ed. Mc Graw Hill.
- Termodinámica – Kenneth Wark,JR, 5ta edición - Ed. Mc Graw Hill.
- Motores de combustión interna, Albert Martínez Villegas, 2007, ES Baix Montseny, Sant Celoni.
- Manual de la técnica de la automotriz, Dietsche, Karl-Heinz, 2005, Plochingen Bosch.
- Motores alternativos de combustión interna, Álvarez Flórez, Jesús, 2005, Barcelona: Ediciones UPC.
- Motores de combustión interna: Diesel y explosión, Daniel Cabronero Mesas, 1996.
- Dimensionamiento de los motores y generadores en aplicaciones de energía eléctrica, Caterpillar, 2005.
- Biblioteca sobre Ingeniería Energética, Pedro Fernández Díez – UDIMA (Universidad a distancia de Madrid) -<http://libros.redsauce.net/>- España.
- Manual de calderas Industriales- Universidad de Burgos.
- Generadores de vapor, Condensadores y precalentadores de agua. Ing Ricardo Alonso, UTN Regional Bs As
- Manual técnico del agua. - Tratamientos de aguas. Depto mecánica. UTN, Facultad Regional Bs As.CEIT.
- Tratamiento de aguas. Ing G.F. Gavio.Bs As.
- Ing. O. Jaimovich- UBA agosto 2007 – Combustión.
- Manual práctico “Tecnología de medición en calderas “Testo- Combustibles y Combustión.
- Guía práctica para medir emisiones y procesos “Análisis de gases de combustión en la Industria “–Testo
- Energía mediante vapor, aire o gas. WH Severs, HE Degler, JC Miles-Editorial Reverte SA.

DISPOSICIÓN DE APROBACIÓN: PCDD-T: 0000061-21



Dra. Marina V. SANTADINO  
Secretaría Académica  
Departamento de Tecnología



Dra. Elena B. CRAIG  
Presidente del Consejo Directivo  
Departamento de Tecnología