



Ministerio de Cultura y Educación  
Universidad Nacional de San Luis  
Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias  
Departamento: Ingeniería  
Area: Mecánica

(Programa del año 2022)  
(Programa en trámite de aprobación)  
(Presentado el 26/08/2022 11:02:05)

### I - Oferta Académica

Materia	Carrera	Plan	Año	Período
Máquinas Térmicas	ING.ELECTROMECAÁNICA	Ord.2 0/12- 18/22	2022	2° cuatrimestre

### II - Equipo Docente

Docente	Función	Cargo	Dedicación
MERCURI, LUIS ROBERTO	Prof. Responsable	P.Adj Exc	40 Hs
SAVARINO, DANTE EZEQUIEL	Auxiliar de Práctico	A.1ra Semi	20 Hs

### III - Características del Curso

Credito Horario Semanal				
Teórico/Práctico	Teóricas	Prácticas de Aula	Práct. de lab/ camp/ Resid/ PIP, etc.	Total
Hs	3 Hs	3 Hs	Hs	6 Hs

Tipificación	Periodo
C - Teoria con prácticas de aula	2° Cuatrimestre

Duración			
Desde	Hasta	Cantidad de Semanas	Cantidad de Horas
08/08/2022	18/11/2022	15	90

### IV - Fundamentación

La asignatura se ubica en el cuarto año del plan de la carrera de Ingeniería Electromecánica, siendo fundamental para su cursado y aprobación. Los conocimientos adquiridos en asignaturas tales como Física I, Termodinámica y demás correlativas son indispensables para la comprensión y el estudio de las máquinas térmicas.

Se busca que los estudiantes desarrollen la capacidad de aplicar la teoría y principios adquiridos en las asignaturas antes mencionadas, llevándolos al campo práctico y concreto de la ingeniería.

Esto permitirá al futuro ingeniero, adquirir las capacidades necesarias para comprender el funcionamiento, los parámetros característicos, el mantenimiento, la operación y selección, de las maquinas térmicas y de fluido estudiadas, en la asignatura, haciendo hincapié, en ubicar a la maquina dentro de una instalación, o bien determinar que maquina será la más adecuada para una instalación determinada. O sea que las prioridades son dos: conocer e identificar a la maquina térmica y conocer su comportamiento dentro de en una instalación.

La asignatura se encuentra estructurada en cuatro módulos principales:

- Intercambiadores de calor (clasificación, instalaciones y cálculo).
- Ciclos de las máquinas térmicas (clasificación, instalaciones y cálculo)
- Refrigeración (sistemas, cálculo, selección).
- Calderas (clasificación, instalaciones, cálculo de demanda de vapor)

Al finalizar el cursado de la asignatura, los estudiantes serán capaces de dimensionar y calcular instalaciones térmicas

básicas, como así también, conocer, calcular y seleccionar los equipos que las conforman.

## V - Objetivos / Resultados de Aprendizaje

Resultados de Aprendizaje:

- Analiza las máquinas térmicas y la relación existente entre las diversas variables que rigen su funcionamiento
- Identifica los elementos que conforman las distintas instalaciones térmicas, sus funciones y parámetros.
- Calcula instalaciones térmicas para el correcto dimensionamiento y selección de sus componentes.
- Diseña instalaciones térmicas.

## VI - Contenidos

### Unidad I: Intercambiadores de calor

1.1 Transferencia de calor, por conducción, convección y radiación. 1.2. Determinación del coeficiente total de transferencia de calor. 1.3. Tipos de Intercambiadores de calor. 1.4. Diferencias constructivas y su aplicación en la industria. 1.5 Flujo contracorriente y equicorriente, rendimientos, diferencias y aplicaciones. 1.6. Cálculo de la cantidad de calor a extraer. 1.7. Función de la refrigeración de las máquinas térmicas. 1.8. La refrigeración del motor de combustión interna. 1.9. Refrigeración por líquidos. 1.10. Circulación forzada y por termosifón. 1.11. Refrigeración por aire. 1.12. Torres de enfriamiento. 1.13. Regulación de la refrigeración.

### Unidad II: Instalaciones frigoríficas.

10.1. Ciclo de la instalación. 10.2. Cálculo de la necesidad de frigorías. 10.3. Selección del fluido refrigerante. 10.4. Cantidad necesaria de fluido refrigerante. 10.5. Desplazamiento volumétrico del compresor. 10.6. Dimensionamiento del condensador. 10.7. Válvula de expansión. 10.8. Dimensionamiento del evaporador. 10.9. Instalaciones de absorción. 10.10. Cámaras frigoríficas. 10.11. Acondicionamiento de ambientes.

### Unidad III: Ciclos termodinámicos

2.1. Ciclos teóricos y ciclos reales. 2.2. Análisis de un ciclo y su rendimiento térmico. 2.3. El ciclo Otto teórico. 2.4. Ciclo Diesel teórico. 2.5. Ciclo mixto de Sabathé. 2.6. Comparación entre los ciclos teóricos y reales de un MCI. 2.7. Presión media de un ciclo. 2.8. Valores del exponente  $n$  para los politrópicos. 2.9. Ciclos reales diagramas de las presiones. 2.10. Ciclo indicado y presión media indicada. 2.11. Diagrama de las presiones en función de desplazamientos angulares del eje para un motor de cuatro tiempos. 2.12. Diagrama indicado en función de los ángulos de manivela para un motor de dos tiempos. 2.13. Turbinas de gas. 2.14. Criterios de campos de aplicación más importantes de las turbinas de gas. 2.15. Ciclo abierto de Brayton. Ideal y real. 2.16. Esquemas múltiples de realización. 2.17. Ciclos de las turbinas de gas. 2.18 Ciclo regenerativo de Brayton. Ideal y real. 2.19. Ciclos cerrados de las turbinas de gas.

### Unidad IV: Combustibles

3.1. Los componentes de los combustibles derivados del petróleo. 3.2. Poder antidetonante de los carburantes, el número de octano. 3.3. Aditivos antidetonación. 3.4. Naftas y gasóleos, número de cetano. 3.5. Volatilidad, tensión de vapor y calor de evaporación. 3.6. Densidad y poder calorífico.

### Unidad V: El fluido de trabajo de una máquina térmica

4.1. El aire atmosférico. 4.2. Cantidad de aire necesaria para la combustión, razón estequiométrica. 4.3. La disociación. 4.4. Calor total desarrollado por la combustión y tonalidad térmica. 4.5. Formación de la mezcla aire combustible.

### Unidad VI: Estudio de los motores alternativos.

5.1. Conceptos fundamentales, clasificación. 5.2. Ciclo operativo de 4 tiempos. 5.3. Ciclo operativo de 2 tiempos. 5.4. Clasificación de los motores alternativos. 5.5. El motor encendido por chispa. 5.6. El motor encendido por compresión. 5.7. Las principales diferencias entre los motores encendido por chispa y encendido por compresión. 5.8. Potencia indicada. 5.2. Potencia efectiva o potencia al freno. 5.3. La velocidad y la carga. 5.4. Potencia absorbida por las resistencias pasivas y rendimiento mecánico. 5.5. La presión media efectiva. 5.6. rendimientos, termodinámico, mecánico, total y volumétrico. 5.7. Balance térmico.

### Unidad VII: Las prestaciones del motor y factores que la influyen.

6.1. Curvas características. 6.2. Rendimiento volumétrico. 6.2. Influencia de la velocidad de los gases y de los tiempos de

apertura de las válvulas sobre la curva de potencia. 6.3. Pérdidas de potencias debidas a las resistencias pasivas. 6.4. El consumo específico de los motores de cuatro tiempos encendido por chispa. 6.5. El consumo específico de los motores de cuatro tiempos encendido por compresión. 6.6 Relación entre la potencia y las condiciones atmosféricas. 6.7. Velocidad media del pistón. 6.8 Relación carrera diámetro. 6.9 Dimensiones del cilindro. 6.10. Número de revoluciones. 6.11. Número y disposición de los cilindros. 6.12. Estabilidad de funcionamiento del motor. 6.13. Regulación y reguladores.

#### **Unidad VIII: La distribución en un MCI.**

8.1 Funcionamiento de las válvulas, disposiciones y esquemas de mandos. 8.2. Levas, empujadores, balancines. 8.3. la distribución en los motores de dos tiempos. 8.4. El barrido en los motores de dos tiempos. Motores encendidos por chispa: 8.5. La combustión en los motores encendido por chispa. 8.6. La combustión en los motores encendido por compresión. 8.7 Velocidad de propagación de la llama. 8.8. Combustiones anormales. 8.9. La detonación. 8.10. Avance al encendido. 8.11. La cámara de combustión. 8.12. Inyección, carburación y encendido. 8.13. Circuitos de aire combustibles, filtros, bombas. 8.14. El carburador. 8.15. Regulación automática de la razón de mezcla. 8.16. Inyección electrónica de combustible. 8.17. Inyección L-Jetronic. 8.18 La inyección mono - Jetronic. 8.19 El sistema Monotronic. 8.20 Técnica de control de los gases de escape. 8.21 Variables que influyen en el retraso del encendido. 8.22. La cámara de combustión y sus características principales. 8.27. Inyección y regulación. 8.28. Inyección electrónica en el motor diesel. Motores de dos tiempos. 8.23 Consideraciones sobre los motores de dos tiempos. 8.24 El motor de dos tiempos a inyección de gasolina. 8.25. Sistema Common Rail

#### **Unidad IX: Generación y aplicación del vapor**

9.1 Calderas, generalidades, clasificación. 9.2. Combustión, superficie de calefacción, sobrecalentadores, economizadores y desaireadores. 9.3. Conducción de vapor. Cálculo de pérdidas de presión. 9.4. Velocidad crítica. 9.6 Componentes de la instalación. 9.7 Condensadores. 9.8 Turbomáquinas industriales de ciclo abierto. 9.9 Turbomáquinas industriales de ciclo cerrado. 9.10 Turbinas de vapor aplicadas a la generación de energía, ciclo combinado, ciclo en cogeneración.

#### **Unidad X: Compresores.**

11.1. Clasificación. 11.2. Compresores de desplazamiento positivo. 11.3. Compresor alternativo. 11.4. Compresores rotativos sin compresión. 11.5. Compresores rotativos con compresión. 11.6. Compresores de flujo continuo. 11.7. Compresor de flujo radial. 11.8. Compresor de flujo axial. 11.9. Triángulos de velocidades

## **VII - Plan de Trabajos Prácticos**

### **TRABAJO PRÁCTICO N° 1: Intercambiadores**

Cálculo de capacidad de transferencia requerida en intercambiadores de calor de doble tubo. Balance térmico.

Determinación de los parámetros de cálculo: superficie de transmisión, cantidad de calor, material utilizado para su construcción. Comparación entre flujos equicorriente y contracorriente.

### **TRABAJO PRÁCTICO N°2: Instalación frigorífica**

Cálculo de las necesidades frigoríficas de una instalación industrial aplicada a la conservación de productos alimenticios y/o acondicionamiento de aire. Efectuar el balance térmico correspondiente al caso y determinar los parámetros de cálculo del ciclo de refrigeración por compresión.

### **TRABAJO PRÁCTICO N° 3: Ciclos de Máquinas Térmicas**

Cálculos del ciclos de motor alternativos y turbinas de gas. Cálculo del calor aportado, rendimiento térmico, trabajo útil, potencia, presión media efectiva, cupla motriz y consumo específico.

### **TRABAJO PRÁCTICO N° 4: Generación de vapor**

Cálculo de necesidades térmicas y flujo de vapor para abastecer una demanda tipo. Determinación de parámetros característicos para la selección de una caldera de vapor. Determinación de los espesores de cuerpo y tubos para una caldera de baja generación.

### **PROYECTOS GRUPALES**

Adicionalmente a los trabajos prácticos desarrollados, se encuentra la resolución de proyectos. Los estudiantes deberán

formar grupos, y desarrollar una propuesta para la resolución de un problema de caso real. Cada grupo deberá realizar el diseño y cálculo de una instalación industrial tipo, situación donde deberán investigar e integrar conocimientos, y temáticas relacionadas, efectuando cálculos de balances térmicos o de transferencia de calor e integrar luego estos a un proceso de selección de componentes para la conformación de las instalaciones proyectadas.

#### LABORATORIOS

Se podrán realizar laboratorios a partir de las visitas a complejos externos a las instalaciones de la institución educativa, siempre y cuando sea factible desde el punto de vista económico y sanitario.

Se prevén visitas a plantas industriales, donde se podrán visualizar, ampliar y/o mejorar los conceptos teóricos y prácticos adquiridos.

A lo anterior puede agregarse una visita a la Central Térmica, donde los estudiantes pueden integrar saberes de turbinas de vapor, generación de vapor, regulación y generación de energía eléctrica, alta tensión, sistemas de seguridad, y obra civil.

### VIII - Regimen de Aprobación

#### A - METODOLOGÍA DE DICTADO DEL CURSO:

El dictado de la materia se realiza por medio de clases teóricas y prácticas, a través de metodologías que permitan la evaluación para el aprendizaje continuo de los alumnos. Las metodologías utilizadas serán del tipo colaborativo y por medio de la resolución de un proyecto final. Las evaluaciones serán del tipo heteroevaluación con un propósito formativo, y realizadas durante todo el proceso y de manera final.

#### B - CONDICIONES PARA REGULARIZAR EL CURSO

Para lograr la condición de regular en la asignatura los estudiantes deberán cumplir con los requerimientos exigidos por la Ordenanza C.S. 013/03 del 12/02/2003 y su modificatoria (Ordenanza 32 C.S. del 22/12/2014). Para tal efecto, a continuación, se indican los siguientes requisitos:

- a). Tener una asistencia del 50 % de las clases teóricas.
- b). Tener una asistencia del 80 % a los trabajos prácticos.
- c). Haber aprobado 100 % de las evaluaciones parciales (\*) y sus correspondientes recuperaciones que se tomen durante el cuatrimestre con un mínimo del 70 % del puntaje ideal.
- d). Haber presentado y aprobado los proyectos grupales, con un mínimo del 70%.
- e). El estudiante será evaluado de acuerdo a pautas preestablecidas (\*\*\*)
- f). Se tendrá consideración por aquellos estudiantes que trabajen, como así también los que formen parte de algún cuerpo colegiado o sean representantes deportivos. Sus inasistencias serán justificadas y podrán solicitar fechas especiales para rendir parciales y recuperatorios.
- g). En el caso de estudiantes embarazadas, se tendrá especial consideración. Se justificarán todas las inasistencias vinculadas con su condición (controles médicos, estudios complementarios, internación, etc)
- h). Lo mencionado en los puntos e) y f) será válido siempre y cuando no se comprometa en demasía la adquisición de conocimientos, la presentación de los trabajos prácticos y que el porcentaje de asistencia no sea inferior al 50 %.
- i). El estudiante que no cumpla con los puntos a), b), c) o d) será considerado como libre.

(\*) Aprobación de Evaluaciones Parciales:

Durante el cursado de la asignatura se tomarán hasta 2 parciales.

El parcial constará de dos ejercicios prácticos y 5 preguntas teóricas. Se evaluará el nivel de conocimientos, los procedimientos seguidos para la obtención de los resultados y los valores de estos últimos. También será tomada en cuenta la prolijidad, como así también el correcto uso de las unidades de los diferentes parámetros calculados.

No se tomarán en cuenta aquellos ejercicios en los que solo se presenten los resultados, sin los correspondientes cálculos que avalen dichos resultados.

Los ejercicios prácticos serán extraídos de las mismas guías utilizadas durante el cursado de la asignatura, pudiendo ser variantes o combinaciones de los mismos ejercicios.

Las preguntas teóricas, serán de tipo conceptual, sobre conocimientos adquiridos en la teoría y sobre información brindada

durante las clases prácticas.

Durante el desarrollo de cada instancia evaluativa, los estudiantes deberán silenciar los dispositivos celulares o, en su efecto, deberán colocarlos en un lugar común, que evite intromisiones y suspicacias.

No será aceptado que un estudiante traiga pre cargadas en su calculadora, las fórmulas que se utilizarán en un parcial.

Las fórmulas que se utilizarán en el parcial, estarán disponibles y serán provistas por los docentes a cargo del práctico.

Los puntajes de los distintos ítems que conforman el parcial, están confeccionados de manera tal que, aunque se haya alcanzado el 100 % en los ejercicios prácticos, no es posible aprobar, si al menos no se alcanza el 50 % de efectividad en las preguntas teóricas.

El parcial tendrá su correspondiente recuperación que será tomada, como mínimo, 48 horas después de la entrega de los resultados. También existirá una segunda instancia recuperatoria que se efectuará en la semana posterior a la primera instancia, en días y horarios no coincidentes con los correspondientes al de las clases teóricas/prácticas.

Para acceder a esta segunda instancia, será necesario y excluyente, que el alumno haya participado de alguna de las instancias de evaluación previas. Un alumno que no rinda el parcial o su correspondiente recuperatorio en cualquiera de sus dos instancias, será considerado LIBRE, salvo certificado que amerite su inclusión entre los puntos f) o g) del apartado B del presente documento.

La duración del parcial será de 3 horas reloj para todas las instancias.

(\*\*) Aprobación de los proyectos:

Los temas a desarrollar serán definidos por los profesores de la asignatura.

Los proyectos serán entregados a mitad del cuatrimestre y serán desarrollados por grupos de no más de 3 estudiantes. Cada proyecto será presentado y defendido oralmente frente a la cátedra.

Solo quienes haya aprobado los parciales, podrán presentar y exponer los proyectos asignados.

El mismo deberá contar con una estructura básica a indicar por los docentes del área, la cual incluirá como mínimo lo siguiente:

- Carátula
- Introducción
- Alcance
- Desarrollo
- Conclusión
- Bibliografía
- Anexos/Apéndice

(\*\*\*) Pautas de Evaluación de la asignatura:

Cada estudiante será evaluado de manera general, a lo largo de todo el cuatrimestre, conforme a las siguientes pautas (entre otras):

- Expresión oral y escrita (prolijidad, vocabulario técnico, ortografía, etc.)
- Conocimientos técnicos previos
- Capacidad de interpretación de los resultados (relación teoría/práctica)
- Capacidad de análisis
- Nivel de participación en clase
- Conocimiento y manejo de herramientas digitales (software) en caso de utilizarse.
- Trabajo grupal: Participación e integración de los mismos.

Se buscará el desarrollo integral del alumno, no solamente por medio de una nota obtenida en un parcial, sino a través de la evaluación para el aprendizaje durante todo el proceso de la asignatura.

## C – RÉGIMEN DE APROBACIÓN CON EXÁMEN FINAL

La aprobación de la asignatura MÁQUINAS TÉRMICAS se encuadra en lo normado por la Ordenanza C.S. 013/03 del

12/02/2003 para el régimen de promoción CON EXAMEN FINAL:

El examen final se rendirá por el último programa en vigencia al día del examen. La aprobación de la asignatura se realizará mediante un examen oral individual, donde se utilizará la siguiente modalidad:

- Programa analítico con elección de dos bolillas de parte del tribunal y evaluación correspondiente; el alumno deberá desarrollar una de las bolillas a su elección, posteriormente y si el tribunal considera satisfactorio el primer desarrollo, podrá desarrollar la segunda bolilla.

- Si por alguna razón, el tribunal lo considera necesario, podrá efectuar preguntas de relación o integración con las unidades restantes.

#### D – RÉGIMEN DE PROMOCIÓN SIN EXAMEN FINAL

El curso no contempla régimen de promoción

#### E – RÉGIMEN DE APROBACIÓN PARA ESTUDIANTES LIBRES

Los estudiantes que se presenten en condición de libres, rendirán según Ordenanza C.S. 013/03 del 12/02/2003 y su modificatoria (Ordenanza 32 C.S. del 22/12/2014):

- El estudiante que se presente a rendir en condición de libre, deberá aprobar, previo al examen oral (correspondiente a un alumno regular), una evaluación de Trabajos Prácticos, de modalidad escrita, que será tomada por el equipo de la asignatura dentro de los 9 (nueve) días previos a la fecha del examen final. Esta evaluación escrita se considerará aprobada si el alumno alcanza, como mínimo, el 70 % del puntaje ideal.

### IX - Bibliografía Básica

[1] GIACOSA, DANTE: " Motores Endotérmicos". Editorial HOEPLI. Tipo: Libro. Formato: Impreso. Disponibilidad: Biblioteca VM

[2] MESNY, MARCELO: " Generación de vapor". Editorial G. GILLI. Tipo: Libro. Formato: Impreso. Disponibilidad: Disponible en el Área

[3] GALMÉS BELMONTE, BORJ: "Motores de reacción y turbinas de gas". 2.ª edición. Editorial PARANINFO. Tipo: Libro. Formato: Electrónico. Disponibilidad: Disponible en el Área

[4] RAMIREZ, JUAN A.: "Refrigeración". Ediciones CEAC. España. Tipo: Libro. Formato: Impreso. Disponibilidad: Disponible en el Área

[5] QUADRI, NESTOR P.: "Instalaciones de aire acondicionado y calefacción". Editorial ALSINA. Tipo: Libro. Formato: Impreso. Disponibilidad: Biblioteca VM / Disponible en el Área

[6] VALIENTE BARDERAS, Antonio: "Problemas de transferencia de calor". Editorial LIMUSA. Tipo: Libro. Formato: Impreso. Disponibilidad: Biblioteca VM / Disponible en el Área

### X - Bibliografía Complementaria

[1] MATAIX, CLAUDIO: "Turbomáquinas térmicas". Editorial DOSSAT. Tipo: Libro. Formato: Impreso. Disponibilidad: Disponible en el Área

[2] GONZALEZ CALLEJA, DAVID: "Motores térmicos y sus sistemas auxiliares". Editorial PARANINFO. Tipo: Libro. Formato: Digital

[3] Disponibilidad: Disponible en el Área

[4] OBERT, EDWARD: "Motores de combustión interna". Editorial CECSA. Tipo: Libro. Formato: Impreso. Disponibilidad: Biblioteca VM

[5] QUADRI, NESTOR P.: "Manual de cálculo de aire acondicionado y calefacción". Editorial ALSINA. Tipo: Libro. Formato: Impreso. Disponibilidad: Disponible en el Área

[6] KERN, DONALD Q.: "Procesos de transferencia de calor". Editorial Prentice Hall. México. Tipo: Libro. Formato: Impreso. Disponibilidad: Biblioteca VM / Disponible en el Área

[7] POWELL, SHEPPARD T.: "Manual de agua para usos industriales". Editorial CIENCIA TÉCNICA S.A. Tipo: Libro. Formato: Impreso. Disponibilidad: Disponible en el Área

## XI - Resumen de Objetivos

- Analiza las máquinas térmicas y la relación existente entre las diversas variables que rigen su funcionamiento
- Identifica los elementos que conforman las distintas instalaciones térmicas, sus funciones y parámetros.
- Calcula instalaciones térmicas para el correcto dimensionamiento y selección de sus componentes.
- Diseña instalaciones térmicas.

## XII - Resumen del Programa

Unidad I

Transferencia de calor. Intercambiadores de calor. Conceptos fundamentales, clasificación y aplicación.

Unidad II

Instalaciones frigoríficas.

Unidad III

Ciclos termodinámicos. Ciclos teóricos y ciclos reales. Análisis de los ciclos.

Unidad IV

Combustibles usados en máquinas térmicas, generalidades.

Unidad V

El fluido de trabajo en una máquina térmica.

Unidad VI

Estudio de los motores alternativos. Potencia, rendimientos y balance térmico.

Unidad VII

Las prestaciones del motor y factores que la influyen

Unidad VIII

La distribución. Funcionamiento de las válvulas, disposiciones y esquemas de mandos.

Unidad IX

Calderas, generalidades, clasificación.

Unidad X

Compresores. Clasificación.

## XIII - Imprevistos

Las visitas técnicas del presente año, quedarán supeditadas a la disponibilidad de transporte y cupo de visitas, pero principalmente a circunstancias de tipo epidemiológicas tales como las causadas por el Covid 19.

## XIV - Otros

--

### ELEVACIÓN y APROBACIÓN DE ESTE PROGRAMA

**Profesor Responsable**

Firma:

Aclaración:

Fecha: