



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

(Programa del año 2019)  
 (Programa en trámite de aprobación)  
 (Presentado el 06/09/2019 09:54:02)

### I - Oferta Académica

Materia	Carrera	Plan	Año	Período
Máquinas Térmicas	ING.ELECTROMECAÁNICA	Ord.2 0/12- 16/15	2019	2° cuatrimestre

### II - Equipo Docente

Docente	Función	Cargo	Dedicación
SANJURJO, WALDO MANUEL	Prof. Responsable	SEC F EX	2 Hs
MERCURI, LUIS ROBERTO	Prof. Colaborador	P.Adj Exc	40 Hs
JOFRE, JAVIER EDGARDO	Auxiliar de Práctico	A.1ra Semi	20 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
6 Hs	Hs	Hs	Hs	6 Hs

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

Duración			
Desde	Hasta	Cantidad de Semanas	Cantidad de Horas
05/08/2019	15/11/2019	15	90

### IV - Fundamentación

Brindar al futuro ingeniero, las capacidades necesarias para comprender el funcionamiento, los parámetros característicos, el mantenimiento, la operación y su selección, de las maquinas térmicas y de fluido estudiadas, en la asignatura, haciendo hincapié, en poder ver a la maquina dentro de una instalación, o bien poder responder que maquina y de que características será la mas adecuada para una instalación determinada.

O sea que las prioridades son dos, conocer a la maquina y ver su comportamiento siempre en una instalación.

La asignatura Máquinas Térmicas se cursa en el 4° año de las carreras de Ingeniería Electromecánica para lo cual se debe contarse con conocimientos de Matemática, Física y Termodinámica que son indispensables para la comprensión y el estudio de las máquinas térmicas.

### V - Objetivos / Resultados de Aprendizaje

- Interpretar el funcionamiento de los motores de combustión interna, tanto encendidos por chispa como por compresión, ya sea de 4 y 2 tiempos.
- Conocer e interpretar los parámetros de funcionamiento de los motores encendidos por chispa y por compresión, potencias, rendimientos, consumo, curvas características.

- Conocer las diferencias entre los motores alternativos de 2 y 4 tiempos, ya sean con encendido por chispa (nafteros o a gas) o con encendido por compresión (Diesel).
- Conocer el funcionamiento de los motores rotativos: turbinas de gas y turbinas de vapor e interpretación de sus parámetros termodinámicos.
- Interpretación de fórmulas y cálculos de los diferentes parámetros que definen a los motores.
- Conocimiento de los fluidos de trabajo más usados en la industria (agua, aire, vapor y gases).
- Conocer sobre el procedimiento de calculo de intercambiadores de calor y los distintos tipos existentes.
- Conocer el principio de funcionamiento que rige a las Turbomáquinas y en particular las turbinas de vapor, distintos tipos y su aplicación, en una instalación.
- Conocer el funcionamiento de una instalación frigorífica por compresión y su dimensionamiento.
- Diseñar instalaciones frigoríficas por compresión, cámaras frigoríficas y aire acondicionado.

## **VI - Contenidos**

### **Unidad I**

**1. Introducción al estudio de los motores alternativos. 1.1. Conceptos fundamentales, clasificación. 1.2. Ciclo operativo de 4 tiempos. 1.3. Ciclo operativo de 2 tiempos 1.4. Clasificación de los motores alternativos. 1.5. El motor encendido por chispa. 1.6. El motor encendido por compresión. 1.7. Las principales diferencias entre los motores encendido por chispa y encendido por compresión.**

### **Unidad II**

**2. Ciclos teóricos de los motores alternativos. 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. 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. Diferencia entre ciclo Otto real y teórico y entre ciclo Diesel real y teórico. 2.12. Estudio del diagrama indicado. 2.13. Diagrama de las presiones en función de desplazamientos angulares del eje para un motor de cuatro tiempos. 2.14. Diagrama indicado en función de los ángulos de manivela para un motor de dos tiempos. 2.15. Turbinas de gas. 2.16. Criterios de campos de aplicación más importantes de las turbinas de gas. 2.17. Ciclo abierto de Brayton. Ideal y real. 2.18. Esquemas múltiples de realización. 2.19. Ciclos de las turbinas de gas. 2.20 Ciclo regenerativo de Brayton. Ideal y real. 2.21. Ciclos cerrados de las turbinas de gas.**

### **Unidad III**

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

### **Unidad IV**

**4. El fluido de trabajo y las exigencias del motor. 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. 4.6. Las exigencias de los motores encendidos por chispa y por compresión.**

## Unidad V

5. Cálculo de potencia, rendimientos y balance térmico. 5.1. 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 VI

6. Las prestaciones del motor y factores que la influyen. 6.1. Curvas características. 6.2. Rendimiento volumétrico. 6.3. Influencia de la velocidad de los gases y de los tiempos de apertura de las válvulas sobre la curva de potencia. 6.4. Pérdidas de potencias debidas a las resistencias pasivas. 6.5. El consumo específico de los motores de cuatro tiempos encendido por chispa. 6.6. El consumo específico de los motores de cuatro tiempos encendido por compresión. 6.7. Relación entre la potencia y las condiciones atmosféricas. 6.8. Velocidad media del pistón. 6.9. Relación carrera diámetro. 6.10. Dimensiones del cilindro. 6.11. Número de revoluciones. 6.12. Número y disposición de los cilindros. 6.13. Estabilidad de funcionamiento del motor. 6.14. Regulación y reguladores.

## Unidad VII

7.1. Transferencia de calor, por conducción, convección y radiación. 7.2. Determinación del coeficiente total de transferencia de calor. 7.3. Intercambiadores de calor. 7.4. La refrigeración del motor. 7.5. Función de la refrigeración. 7.6. Cálculo de la cantidad de calor a extraer. 7.7. Refrigeración por líquidos, sistemas usados. 7.8. Circulación forzada y por termosifón. 7.9. Refrigeración por aire. 7.10. Torres de enfriamiento. 7.11. Regulación de la refrigeración.

## Unidad VIII

8. Equilibrado de cigüeñales. 8.1. Acciones internas en el bloque del motor. Momento de rotación. 8.2. Vibraciones del grupo motor. 8.3. Equilibrado del cigüeñal. 8.4. Equilibrado de las fuerzas alternativas de 1º orden, fuerzas alternativas de 2º orden. 8.5. Orden de encendido. 8.6. Estudio del equilibrado del motor para casos particulares.

## Unidad IX

9. La distribución. 9.1. Funcionamiento de las válvulas, disposiciones y esquemas de mandos. 9.2. Levas, empujadores, balancines. 9.3. La distribución en los motores de dos tiempos. 9.4. El barrido en los motores de dos tiempos. Motores encendidos por chispa: 9.5. La combustión en los motores encendido por chispa. 9.6. Combustión normal. 9.7. Velocidad de propagación de la llama. 9.8. Combustiones anormales. 9.9. La detonación. 9.10. Avance al encendido. 9.11. La cámara de combustión. 9.12. Inyección, carburación y encendido. 9.13. Circuitos de aire combustibles, filtros, bombas. 9.14. El carburador. 9.15. Regulación automática de la razón de mezcla. 9.16. Inyección electrónica de combustible. 9.17. Inyección L-Jetronic. 9.18. La inyección mono – Jetronic. 9.19. El sistema Monotronic. 9.20. Técnica de control de los gases de escape. El encendido. 9.21. Sistemas de encendido. 9.22. Encendido electrónico a batería. Motores encendidos por compresión: 9.23. El proceso de combustión en el motor. 9.24. El golpeteo. 9.25. Variables que influyen en el retraso del encendido. 9.26. La cámara de combustión y sus características principales. 9.27. Inyección y regulación. 9.28. Inyección electrónica en el motor diesel. Motores de dos tiempos. 9.29. Consideraciones sobre los motores de dos tiempos. 9.30. Ciclo. 9.31. El motor de dos tiempos a inyección de gasolina.

## Unidad X

**10. Calderas, generalidades, clasificación. 10.1. Combustión, superficie de calefacción, sobrecalentadores, economizadores y chimeneas. 10.2. Conducción de vapor. Cálculo de pérdidas de presión. 10.4. Velocidad crítica. 10.5. Toberas. 10.6 Componentes de la instalación. 10.7 Condensadores. 10.9 Teoría general de las turbomáquinas. 10.10 Ecuación de Euler. 10.11 Turbina de acción. 10.12 Turbina de reacción. 10.13 Turbinas de vapor. 10.14 Regulación. 10.15 Turbomáquinas industriales de ciclo abierto. 10.16 Turbomáquinas industriales de ciclo cerrado.**

## Unidad XI

**11. Instalaciones frigoríficas. 11.1. Ciclo de la instalación. 11.2. Cálculo de la necesidad de frigorías. 11.3. Selección del fluido refrigerante. 11.4. Cantidad necesaria de fluido refrigerante. 11.5. Desplazamiento volumétrico del compresor. 11.6. Dimensionamiento del condensador. 11.7. Válvula de expansión. 11.8. Dimensionamiento del evaporador. 11.9. Instalaciones de absorción. 11.10. Cámaras frigoríficas. 11.11. Acondicionamiento de ambientes.**

## Unidad XII

**12. Compresores. 12.1. Clasificación. 12.2. Compresores de desplazamiento positivo. 12.3. Compresor alternativo. 12.4. Compresores rotativos sin compresión. 12.5. Compresores rotativos con compresión. 12.6. Compresores de flujo continuo. 12.7. Compresor de flujo radial. 12.8. Compresor de flujo axial. 12.9. Triángulos de velocidades.**

## VII - Plan de Trabajos Prácticos

### TRABAJO PRÁCTICO N° 0

El propósito de este práctico es instruir a los alumnos sobre las medidas de seguridad en laboratorios.

Se impartirán un conjunto de medidas preventivas destinadas a proteger la salud de los alumnos que allí se desempeñen frente a los riesgos propios derivados de la actividad, con la finalidad de evitar accidentes y contaminaciones tanto dentro del ámbito de trabajo, como hacia el exterior.

Se consolidará esta información con normas fijadas en cartelerías, instructivos y recomendaciones realizadas por los docentes y dispuestas en el laboratorio.

### TRABAJO PRÁCTICO N° 1

Cálculo de intercambiadores de calor de doble tubo. Balance térmico correspondiente a cada caso. Determinación de los parámetros de cálculo: superficie de transmisión, cantidad de calor, etc.

### TRABAJO PRÁCTICO N° 2

Cálculo de una instalación frigorífica, aplicada a la conservación de productos alimenticios y/o acondicionamiento de aire. Efectuara el balance térmico correspondiente al caso y determinar los parámetros de cálculo del ciclo de refrigeración por compresión.

### TRABAJO PRÁCTICO N° 3

Cálculo del ciclo de un motor alternativo. Cálculo del calor aportado, rendimiento térmico, trabajo útil, potencia, presión

media efectiva, cupla motriz y consumo específico.

#### TRABAJO PRÁCTICO N° 4

Equilibrado del cigüeñal. Equilibrado de las fuerzas alternativas de 1° orden y de 2° orden. Orden de encendido.

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

Los alumnos deben realizar el diseño y calculo de una instalación de refrigeración por compresión, a partir de dar solución a un problema real, o sea llevarlos a una situación donde deban integrar conocimientos, y temáticas relacionadas, como ser efectuar calculo de balance térmico o de transferencia de calor puntuales y luego los cálculos de refrigeración.

Visita a la Central Térmica Nuclear Embalse Córdoba, los alumnos pueden integrar saberes de turbinas de vapor, generación de vapor, regulación y generación de energía electica, alta tensión, sistemas de seguridad, y obra civil.

### VIII - Regimen de Aprobación

#### REGULARIZACIÓN DE LA ASIGNATURA

Para lograr la condición de alumno regular en la asignatura MÁQUINAS TÉRMICAS, los alumnos 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 aprobado el proyecto integrador seleccionado (\*\*), con un mínimo del 70%.
- E. El alumno será evaluado de acuerdo a pautas preestablecidas (\*\*\*)
- F. Se tendrá consideración por aquellos alumnos 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 alumnas 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 alumno que no cumpla con los puntos a), b), c) ó d) será considerado como alumno libre.

#### \* Aprobación de Parciales

Durante el cursado de la asignatura MÁQUINAS TÉRMICAS se tomarán 2 (dos) parciales, el primero a mitad cuatrimestre y el segundo al finalizar el mismo.

Cada 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 tenida 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 alumnos deberán silenciar los dispositivos celulares o, en su defecto,

deberán colocarlos en un lugar común, que evite intromisiones y suspicacias.

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

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

Los parciales tendrán su correspondiente recuperación que será tomada, como mínimo, 48 horas después de la entrega de los resultados.

Para cada parcial, 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 un parcial o su correspondiente recuperatorio en cualquiera de sus dos instancias, será considerado LIBRE, salvo certificado que amerite su inclusión entre los puntos e) o f) del apartado A del presente documento.

La duración de los parciales será de 3 horas reloj para todas las instancias.

#### \*\* Proyecto Integrador:

Para regularizar la materia, será necesario realizar un Trabajo Práctico o Proyecto Integrador. Cuyo tema a desarrollar será indicado por los profesores de la asignatura o seleccionados entre los alumnos, conforme a un listado predefinido.

El desarrollo de este trabajo deberá ser realizado en grupo de no más de 4 alumnos, y expuesto por los participantes al final del cuatrimestre, una vez culminada la instancia de evaluación por parciales.

Los trabajos prácticos deberán ser presentados en formato digital (diseño por computadora), empleando todas las herramientas propuestas por los editores de textos actuales, en formato \*PDF. 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:

Cada alumno 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)

#### APROBACION DE LA ASIGNATURA

La aprobación de la asignatura MÁQUINAS HIDRÁULICAS se encuadra en lo normado por la Ordenanza C.S. 013/03 del 12/02/2003 para el régimen de promoción CON EXAMEN FINAL:

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

- Programa analítico con extracción de dos bolillas y evaluación del tribunal; 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.

c) Los alumnos 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 alumno 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. La aprobación de esta evaluación práctica sólo tendrá validez para el examen teórico final del turno de exámenes en el cual el alumno se inscribió.

## **IX - Bibliografía Básica**

- [1] GIACOSA, DANTE:"Motores endotérmicos". Editorial HOEPLI. 2000
- [2] MESNY, MARCELO:"Generación de vapor". Editorial G. GILLI. 1981
- [3] E.CARNICER ROYO:"Aire Comprimido.Teoría y cálculo de las instalaciones". Editorial PARANINFO. 1990
- [4] RAMIREZ, JUAN A.:"Refrigeración". Ediciones CEAC. España. 1994
- [5] QUADRI, NESTOR P.:"Instalaciones de aire acondicionado y calefacción". Edictorial ALSINA. 2005
- [6] VALIENTE BARDERAS, Antonio:"Problemas de transferencia de calor". Editorial LIMUSA. 2005

## **X - Bibliografía Complementaria**

- [1] MATAIX, CLAUDIO:"Turbomáquinas térmicas". Editorial DOSSAT. 2000
- [2] POWELL, SHEPPARD T.:"Manual de agua para usos industriales". Editorial CIENCIA TÉCNICA S.A. 1979
- [3] OBERT, EDWARD:"Motores de combustión interna". Editorial CECSA. 1999
- [4] QUADRI, NESTOR P.:"Manual de cálculo de aire acondicionado y calefacción". Editorial ALSINA.
- [5] KERN, DONALD Q.:"Procesos de transferencia de calor". Editorial Prentice Hall. México. 1999

## **XI - Resumen de Objetivos**

- Interpretar el funcionamiento de los motores de combustión interna, tanto encendidos por chispa como por compresión, ya sea de 4 y 2 tiempos.
- Conocer e interpretar los parámetros de funcionamiento de los motores encendidos por chispa y por compresión, potencias, rendimientos, consumo, curvas características.
- Conocer las diferencias entre los motores alternativos de 2 y 4 tiempos, ya sean con encendido por chispa (nafteros o a gas) o con encendido por compresión (Diesel).
- Conocer el funcionamiento de los motores rotativos: turbinas de gas y turbinas de vapor e interpretación de sus parámetros termodinámicos.
- Interpretación de fórmulas y cálculos de los diferentes parámetros que definen a los motores.
- Conocimiento de los fluidos de trabajo más usados en la industria (agua, aire, vapor y gases).
- Conocer sobre el procedimiento de calculo de intercambiadores de calor y los distintos tipos existentes.
- Conocer el principio de funcionamiento que rige a las Turbomáquinas y en particular las turbinas de vapor, distintos tipos y su aplicación, en una instalación.
- Conocer el funcionamiento de una instalación frigorífica por compresión y su dimensionamiento.
- Diseñar instalaciones frigoríficas por compresión, cámaras frigoríficas y aire acondicionado.

## **XII - Resumen del Programa**

Unidad I

Introducción al estudio de los motores alternativos. Conceptos fundamentales, clasificación.

Unidad II

Ciclos teóricos de los motores alternativos. Ciclos teóricos y ciclos reales. Ciclos de las turbinas de gas.

Unidad III

Los combustibles, generalidades.

Unidad IV

El fluido de trabajo y las exigencias del motor.

Unidad V

Cálculo de potencia, rendimientos y balance térmico.

Unidad VI

Las prestaciones del motor y factores que la influncian.

Unidad VII

Trasferencia de calor, por conducción, convección y radiación.

Unidad VIII

Equilibrado de cigüeñales.

Unidad IX

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

Unidad X

Calderas, generalidades, clasificación.

Unidad XI

Instalaciones frigoríficas.

Unidad XII

Compresores. Clasificación.

**XIII - Imprevistos**

La visita a la Central Térmica Nuclear Embalse Córdoba, queda supeditada a la disponibilidad de transporte y cupo de visitas.

**XIV - Otros**



**ELEVACIÓN y APROBACIÓN DE ESTE PROGRAMA****Profesor Responsable**

Firma:

Aclaración:

Fecha: