Ministerio de Cultura y Educación **(Programa del año 2014)**
Universidad Nacional de San Luis
Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias
Departamento: Ingeniería
Area: Mecánica

I - Oferta Académica

Materia	Carrera	Plan	Año	Período
Máquinas Térmicas	Ingeniería Electromecánica	007/03	2014	2° cuatrimestre
Máquinas Térmicas	Ingeniería Electromecánica	Ord.C.D.020/12	2014	2° cuatrimestre

II - Equipo Docente

Docente	Función	Cargo	Dedicación
SANJURJO, WALDO MANUEL	Prof. Responsable	SEC F EX	4 Hs
TORRES, ALDO HUGO	Prof. Colaborador	P.Adj Semi	20 Hs
MERCURI, LUIS ROBERTO	Responsable de Práctico	JTP Exc	40 Hs
BORNAND, DIEGO FEDERICO	Auxiliar de Práctico	A.1ra Semi	20 Hs
CASENTINI, HECTOR FEDERICO	Auxiliar de Práctico	A.1ra Semi	20 Hs
JOFRE, JAVIER EDGARDO	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	2º Cuatrimestre

Duración			
Desde	**Hasta**	**Cantidad de Semanas**	**Cantidad de Horas**
11/08/2014	21/11/2014	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 4º 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 compresión 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 influencian. 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 VII

7.1 Trasferencia 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 cigëñales. 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. 9.17Inyeccion L-Jetronic.. 9.18 La inyección mono – Jetronic. 9.20 El sistema Monotronic. 9.21 Técnica de control de los gases de escape. El encendido. 9.22. Sistemas de encendido.9.23. Encendido electrónico a batería. Motores encendidos por compresión: 9.24. El proceso de combustión en el motor . 9.25 El golpeteo. 9.26 Variables que

influyen en el retraso del encendido. 9.27. La cámara de combustión y sus características principales. 9.28. Inyección y regulación. 9.29. Inyección electrónica en el motor diesel. Motores de dos tiempos. 9.30 Consideraciones sobre los motores de dos tiempos. 9.31. Ciclo. 9.32 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 critica. 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 refigerante. 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 contínuo. 12.7. Compresor de flujo radial. 12.8. Compresor de flujo axial. 12.9. Triángulos de velocidades.

VII - Plan de Trabajos Prácticos

TRABAJO PRÁCTICO Nº 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 Nº 1

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

TRABAJO PRÁCTICO Nº 2

Cálculo del ciclo de un motor altenativo. Cálculo del calor aportado, rendimiento térmico, trabajo útil, potencia, presión media efectiva, cupla motriz y consumo específico.

TRABAJO PRÁCTICO Nº 3

Ensayo de motores. Medición de parámetros de funcionamiento. Determinación de potencia, cupla motriz y consumo de combustible. Trazado e interpretación de curvas características.

TRABAJO PRÁCTICO Nº 4

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

TRABAJO PRÁCTICO Nº 5

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 calculo del ciclo de refrigeración por compresión.

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

-Las practicas en el Laboratorio de Ensayo de Motores, tiene como objetivo, por un lado comprender el por qué de las variaciones de los caudales de aire según las condiciones atmosféricas y según los perfiles de los orificios de las diferentes placas aplicados a cálculos de caudales de consumo de aire en motores de combustión interna. Dichos cálculos se resuelven, mayormente, utilizando diferentes tablas que permiten hacer la correcciones pertinentes para que los ensayos sean referidos a condiciones standard de presión y temperatura. Permitiendo la homologación de los mismos y su correspondiente comparación con otros ensayos realizados.

Por otra parte familiarizar a los alumnos con el equipamiento y los dispositivos utilizados durante un ensayo tipo mediante el contacto directo con los mismos. Realización de un ensayo de performance (del tipo "pleno gas") de un motor de combustión interna. Obtienendose valores típicos de funcionamiento tales como: cupla motriz, potencia, rpm, consumo de combustible, presión de admisión, presión de aceite, temperaturas de admisión y escape, temperatura de agua de refrigeración, etc. Los datos de ensayo provienen de un sistema de adquisición de datos que consta de un conjunto de sensores conectados a una PC, utilizando el sistema TAURUS. Con los valores obtenidos, los alumnos confeccionan una tabla de valores que les permiten trazar las curvas características de funcionamiento y determinar los valores de mínimo consumo de combustible, cupla motriz máxima y potencia máxima.

Determinación de los gases de escape de un motor de combustión interna.

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 integra 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 TERMICAS, los alumnos deberán cumplir con los requisitos exigidos por la Ordenanza C.S. 013/03 del 12/02/2003:

a) Tener una asistencia del 70 % de las clases teóricas.
b) Tener una asistencia del 80 % a los trabajos prácticos.
c) Haber aprobado el 100 % de los trabajos prácticos, a cuyo efecto los alumnos deberán presentar la carpeta con los ejercicios, informes, monografías completas y responder las preguntas que eventualmente se le realicen sobre el tema. La

carpeta de trabajos prácticos deberá ser presentada cada vez que la asignatura lo requiera y deberá ser aprobada 48 horas antes de la entrega de la planilla de alumnos regulares.
d) 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.
e) Los alumnos que trabajan y que hayan presentado el correspondiente certificado en Departamento Alumnos, tendrán una instancia más para poder aprobar los parciales.
f) Se tendrá consideración por aquellos alumnos que formen parte de algún cuerpo colegiado, como así también los que 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 jutificarán todas las inasistencias vinculadas con su condición (controles médicos, estudios complementarios, internación, etc)
h) Lo mencionado en los puntos f) y g) 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) y d) será considerado como alumno libre.

(*) Durante el cursado de la asignatura MÁQUINAS TERMICAS se tomarán 2 (dos) parciales; el primero, en la semana del 16 al 20 de Septiembre de 2013 y el segundo, en la semana del 11 al 15 de Noviembre de 2013.

APROBACION DE LA ASIGNATURA

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

a) El examen final se rendirá con el programa con el cual el alumno regularizó la asignatura.
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:

- 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 carácter práctico, y de modalidad escrita. Este examen escrito se considerará aprobado cuando se responda satisfactoriamente a un 70 % de lo solicitado. 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.

- Para presentarse a rendir el examen final, el alumno libre deberá aprobar previamente un examen de Trabajos Prácticos que será tomado por el equipo de cátedra según lo establece la reglamentación vigente. Para presentarse a realizar los Trabajos Prácticos, el alumno libre deberá acreditar todas las correlatividades en el plan de estudios para rendir la asignatura.

IX - Bibliografía Básica

[1] OBERT, EDWARD:"Motores de combustión interna". Editorial CECSA. 1999
[2] MARTINEZ DE VEDIA y MARTINEZ:"Teoría de los motores térmicos". Editorial EDICIONES TÉCNICAS INTERNACIONALES. 1977
[3] GIACOSA, DANTE:"Motores endotérmicos". Editorial HOEPLI. 2000
[4] MESNY, MARCELO:"Generación de vapor". Editorial G. GILLI. 1981
[5] RAPIN, P.:"Instalaciones frigoríficas". Editorial MARCOMBO. 2004
[6] QUADRI, NESTOR P.:"Instalaciones de aire acondicionado y calefacción". Edictorial ALSINA. 2005

X - Bibliografia Complementaria

[1] NINCI, MARIO:"Teoría de los Motores Térmicos". Editorial TEUCO. Córdoba, Argentina. 1972
[2] MATAIX, CLAUDIO:"Turbomáquinas térmicas". Editorial DOSSAT. 2000
[3] POWELL, SHEPPARD T.:"Manual de agua para usos industriales". Editorial CIENCIA TÉCNICA S.A. 1979
[4] QUADRI, NESTOR P.:"Manual de cálculo de aire acondicionado y calefacción". Editorial ALSINA.

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 influencian.

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.

La realización de los ensayos de motores en el Laboratorio de Motores, queda supeditada al relevamiento y reacondicionamiento del mismo.

XIV - Otros