

*Planificación de la Cátedra- Ficha Curricular*

*Ing. Alejandro M. Antonellini*

*Año 2018*

Nombre:	<b>MÁQUINAS TÉRMICAS</b>
Departamento:	Ingeniería Electromecánica
Nivel:	4º
Dictado	Anual
Área:	Mecánica Calor y Fluidos
Carga horaria semanal	5
Carga horaria Anual:	160
Profesor/a:	Ing. Alejandro Mario Antonellini
Auxiliar/es:	Ing. Daniel Lazzaroni

**1. Materias Correlativas**

Para cursar	
Cursadas:	Termodinámica Térmica
Aprobadas:	Física II
Para Rendir	
Aprobadas:	Termodinámica Térmica

**2. Objetivos a alcanzar por el alumno**

Dotar al alumno de los conocimientos necesarios para seleccionar, recibir, ensayar, operar, mantener y dirigir la reparación de máquinas térmicas.

Dotarlo además de la capacidad necesaria para poder decidir sobre qué máquina térmica es más conveniente para una aplicación determinada, teniendo en cuenta la incorporación de nuevas tecnologías destinadas a la conservación del medio ambiente.

Estimular la curiosidad de mantenerse actualizado a través de los medios informáticos como internet, foros de discusión técnica, etc.

**3. Programa Sintético ( Ord. 1029 )**

- Ciclo Rankine.
- Ciclos Combinados.
- Cogeneración.
- Combustibles y Combustión.
- Generadores de Vapor.
- Elementos y Equipos Auxiliares de una instalación térmica
- Tratamiento de Agua para calderas.
- Turbinas de Vapor.
- Turbinas de Gas.
- Ciclos reales de los motores térmicos.
- Rendimiento y Comportamiento.
- Combustión.
- Inyección
- Ensayos Térmicos.

#### 4.Programa Analítico

UNIDAD 1: **Ciclos de las Centrales.** Ciclo de Rankine. Ciclo de Rankine con sobrecalentamiento, recalentamientos sucesivos. Ciclos regenerativos con extracciones. Ciclos binarios. Ciclos combinados turbina de Gas - Turbina de Vapor. Centrales superpuestas. Cogeneración.

UNIDAD 2: **Combustibles.** Fuentes y yacimientos nacionales. Petróleo. Gas natural. Otros gases. Bio combustibles. Carbón. Leña, Rezagos vegetales. Características principales de cada combustibles. Ventajas y desventajas. Eficiencia. Temperatura teórica de la llama. Aprovechamiento del calor. Energías renovables. Hidrogeno.

UNIDAD 3: **Combustión.** Ecuaciones químicas. Combustión del Carbono y del Hidrógeno. Combustión de Hidrocarburos. Oxígeno y aire necesarios. Combustión de sólidos y líquidos. Relación aire combustible. Factor de exceso de aire. Combustión con escasez de oxígeno o de aire. Poder fumígeno. Volumen de gases de combustión. Composición de los gases de combustión. Determinación del exceso de aire. Punto de rocío. Perdidas en los gases. Calor disponible Rendimiento de la combustión.

UNIDAD 4: **Análisis de Gases.** Instrumentos de medición por Absorción Química e Indirectos. Analizadores eléctricos y magnéticos. Tomas de muestras. Punto de rocío de los humos. Influencia del dióxido de azufre. Determinaciones de campo y de laboratorio.

UNIDAD 5: **Hogares de Combustión.** Manuales y mecanizados. Aire primario y secundario. Velocidades. Parrillas. Volumen de la cámara de combustión. Dimensionado. Hogares para combustibles sólidos pulverizados y combustibles líquidos. Carga térmica. Instalaciones. Quemadores. Tipos. Características. Accesorios. Hogares para combustibles gaseosos. Carga térmica. Quemadores. Tipos y características. Ventajas y desventajas. Ensayos de Laboratorio.

UNIDAD 6: **Calderas.** Generación de vapor. Superficie de calefacción Producción específica. Capacidad de vaporización. Rendimiento de la superficie de calefacción. Clasificación de las calderas. Calderas humotubulares y acuotubulares. Tipos y características. Calderas de circulación forzada y especiales. Calderas Velox, Benson, Sulzer y de recuperación. Conocimiento de instalaciones.

UNIDAD 7: **El equipo de las calderas.** Manómetros. Indicadores de nivel. Reguladores automáticos. Válvulas de seguridad. Tratamiento del vapor. Trampas. Inyectores. Sopladores. Medidores de caudal. Tiro. Tipos. Equipos. Tiro artificial. Ventiladores. Chimeneas. Depuración de gases. Normas. Control automático de las calderas. Tipos de control. Lazos. Control de presión, de combustión, de nivel, de caudal, de temperaturas. Ensayos en Laboratorio y en instalaciones reales

UNIDAD 8: **Sobrecalentadores y Economizadores.** Tipos. Características de funcionamiento y diseño. Factores que afectan el sobrecalentamiento y a los economizadores. Tipos constructivos. Economías, ventajas y desventajas. Pre calentadores de aire. Ubicación. Tipos. Límites de funcionamiento. Economías. Ensayos en Laboratorio

UNIDAD 9: **Agua de alimentación para calderas.** Importancia. Impurezas. Incrustaciones. Fangos. Arrastres. Espumas. Corrosiones. Fragilidad. Métodos de tratamiento del agua. Tratamiento interno y externo. Régimen de purgas. Desgasificación. Características normales del agua de alimentación. Parámetros de control. Análisis. Normas. Determinaciones de campo y laboratorio.

UNIDAD 10: **Condensadores de vapor y sus accesorios.** Aplicaciones. Tipos de condensadores: de superficie y de chorro. Condensadores de superficie. Cálculo térmico e hidráulica. Coeficientes de transmisión. Condensadores de chorro: de nivel bajo (pierna corta) y barométricos. Agua de refrigeración para los condensadores a chorro y agua de circulación para los condensadores de superficie. Torres de enfriamiento de agua. Conocimiento de instalaciones regionales.

UNIDAD 11: **Turbinas a vapor.** Tipos y principios fundamentales. Flujo de vapor en las toberas. Proporción y diseño de una tobera ideal. Presión crítica. Desviaciones con respecto a las condiciones isoentrópicas. **Turbinas de acción o impulso.** Principios. Turbinas de una etapa. Diagramas de velocidades. Trabajo a partir del principio de Impulso-Cantidad de Movimiento. Velocidad de paleta para trabajo máximo. Rendimiento. Escalonamiento de velocidad. Turbinas de velocidad compuesta Curtis. Turbinas de presión compuesta. Rateau (expansión múltiple). **Turbinas de reacción.** Grados. Diagramas de velocidades. Trabajo y rendimiento. Turbinas de combinación. Turbinas de contrapresión, extracción y condensación. Empuje axial. Regulación de las turbinas. Performance. **Turbinas industriales de vapor (Sistema Modular).** Conocimiento de instalaciones regionales.

UNIDAD 12: **Turbina de Gas.** Introducción. Aplicaciones. Ciclo termodinámico simple ideal. Relación de presiones. Trabajo. Regeneradores. Eficiencia. Ciclo Regenerativo Ideal. Desvío con respecto al ciclo ideal. **Turbinas de acción.** Triángulos de velocidades de una etapa. Fuerza, Trabajo, Momento Torsor y Potencia en una rueda de acción. Rendimiento máximo de paleta. Turbina de acción con expansión única y dos a “n” saltos de velocidad. Diagramas. Condiciones de operación y ángulos de paleta. Embalado de la turbina (sobre velocidad). Rendimientos.

**Turbinas de reacción.** Principios. Diagramas de velocidades. Acción-Reacción y Grado de Reacción. Rendimiento de Turbinas de acción-reacción de secciones similares y con grado de reacción 50%. Rendimiento máximo de etapa. Comparación de la capacidad de absorción de energía para tres etapas de paleteados clásicos.

UNIDAD 13: **Perdidas en las turbinas de Gas y sus rendimientos.** Pérdida en los paleteados fijos y móviles. Pérdidas por fricción del disco. Fugas por los prensas. Pérdidas por los huelgos de las paletas en las turbinas de reacción. Pérdida por velocidad residual del gas. Sellos de ejes. Rendimientos de una turbina.

UNIDAD 14: **El compresor Centrífugo.** Teoría de la Operación. Triángulos de Velocidades. Potencia Requerida para Comprimir el aire. Tipos de Compresores según disposición de aletas. Rendimientos. Grado de reacción. Relación de Compresión. Pérdidas. Torbellinos en canales del rotor. Prorroga del aire antes de la entrada. Difusores. Enfriamiento del aire. Curvas Características de funcionamiento. Límites. El bombeo. Valores de Diseño para Compresores Centrífugos.

UNIDAD 15: **Compresores Axiales.** Paletas de tipo alar. Coeficientes de Resistencia y Sustentación. Eficiencia aerodinámica. Triángulos de velocidades. Energía transferida al aire en una etapa. Relación de presiones en una etapa. Expresiones del aumento de presión por etapa. Grado de reacción. Rendimientos. Pérdidas. Curvas Características de funcionamiento. El bombeo. Valores de diseño para Compresores axiales.

UNIDAD 16: **Motores de Combustión Interna.** Ciclos. Ciclo Diesel. Motores diesel de 2T. Centrales térmicas con estos motores. Desvíos del ciclo real. Sobrealimentación. Inyección. Cámaras de Combustión. Ensayos de motores. Potencias Indicadas. Rendimientos. Consumos de combustibles. Presión media efectiva. Rendimiento Térmico indicado. Rendimiento volumétrico. Conocimiento de instalaciones regionales.

## 5. Metodología a desarrollar en el proceso de enseñanza aprendizaje

Clases teóricas de 3.0 hs cátedra de duración y 2.0 hs cátedra de trabajos prácticos. Se incluyen demostraciones de componentes mecánicos y ensayos de motores Diesel y/o Nafta en banco de prueba de motores. En las clases está previsto el uso de presentaciones en Power Point y el uso de los elementos audiovisuales incorporados recientemente en la Facultad como también el uso de la conexión wi-fi que brinda la posibilidad de estar permanentemente conectado para realizar presentaciones o dar más participación a los alumnos ya que al plantear un tema que esté o no en la curricula si el profesor cree necesario se puede realizar la búsqueda del mismo en la internet, dando a la clase mayor dinamismo y dando también un sentido de importancia mayor al alumno. Se prevé la visita a uno o más bancos de pruebas de motores de competición.

Se tiene programado una visita a Plantas Generadoras de electricidad, en lo posible las nuevas plantas de Pilar o Timbúes que usan Ciclo Combinado, Central Puerto en Capital Federal. Además de realizar video conferencias con profesionales e idóneos de motores y demás elementos que surgen del trato diario con los alumnos quienes muchas veces plantean inquietudes que son muy interesantes y enriquecedoras para la totalidad.

Visita anual a la planta Nestlé de la localidad de Firmat, donde se observa una caldera y todo su entorno, generalmente coincidente con la parada técnica de la misma, hornos de aire caliente, compresores de alto volumen y grupo de generadores a través de motores diesel de media potencia (1600cv)

Además se realiza anualmente una visita a la Usina de la Cooperativa Eléctrica de Venado Tuerto donde se puede observar una planta generadora con turbinas de gas de uso aeronáutico y grandes motores diesel.

Trataremos de coordinar visitas a empresas vinculadas a la construcción de elementos que tengan vinculación con esta materia y en lo posible también a las nuevas tecnologías de Energías renovables.

## 6. Recursos Didácticos

Se utilizarán powerpoints y audiovisuales de cada unidad. Además se usará el google drive para subir el material de consulta para que esté disponible para los alumnos a partir de la primera clase

## 7. Metodología de evaluación

Se tomarán dos parciales, en los cuales se incluirán temas teóricos y prácticos, uno en Agosto y otro en Noviembre. Para dar por aprobada la materia será condición aprobar ambos parciales con nota mayor o igual a 6 (seis). Se dará la posibilidad de realizar recuperatorios de ambos parciales siendo la exigencia mayor en estos.

Si el alumno no aprobara en ninguno de estos casos pero cumpliera con el régimen de asistencia obligatorio se considerará como Alumno regular y en condiciones de rendir la materia. Si se inscribiera para rendirla dentro del año de regularizada no se exigirá tener las materias correlativas aprobadas.

## 8. Articulación con otras materias (horizontal y vertical)

Se da por descontado la gran vinculación con Termodinámica Térmica, dando por sabido para el alumno los ciclos elementales y los principios termodinámicos en que se basan las Máquinas Térmicas. En sentido ascendente está la materia Instalaciones Térmicas, Mecánicas y Frigoríficas y la materia Centrales y Sistemas de Transmisión las que requieren que el alumno haya asimilado bien los componentes y sistemas que componen cada instalación.

## 9. Distribución Horaria Semanal

Teoría	Práctica			Total
	Formación experimental	Resolución de problemas abiertos de ingeniería	Actividades de proyecto y diseño	
96 hrs	12 hrs	26 hrs	26 hrs	160 hrs

## 10. Cronograma estimativo de cursado

Fecha	Tema a desarrollar
<b>Marzo 2018</b>	UNIDAD 1: <b>Ciclos de las Centrales.</b> UNIDAD 2: <b>Combustibles.</b>
<b>Abril 2018</b>	UNIDAD 3: <b>Combustión.</b> UNIDAD 4: <b>Análisis de Gases.</b>
<b>Mayo 2018</b>	UNIDAD 5: <b>Hogares de Combustión.</b> UNIDAD 6: <b>Calderas.</b>
<b>Junio 2018</b>	UNIDAD 7: <b>El equipo de las calderas.</b> UNIDAD 8: <b>Sobrecalentadores y Economizadores</b>
<b>Julio 2018</b>	Receso / mesas
<b>Agosto 2018</b>	1º parcial UNIDAD 9: <b>Agua de alimentación para calderas.</b> UNIDAD 10: <b>Condensadores de vapor y sus accesorios</b>
<b>Septiembre 2018</b>	UNIDAD 11: <b>Turbinas a vapor.</b> UNIDAD 12: <b>Turbina de Gas.</b>
<b>Octubre 2018</b>	UNIDAD 13: <b>Perdidas en las turbinas de Gas y sus rendimientos.</b> UNIDAD 14: <b>El compresor Centrifugo.</b>
<b>Noviembre 2018</b>	UNIDAD 15: <b>Compresores Axiales.</b> UNIDAD 16: <b>Motores de Combustión Interna.</b> 2º parcial

### 11. Horario de consulta extracurricular

Docente 1: Lunes y Martes de 15 a 18 hrs en el Parque Industrial La Victoria de Venado Tuerto  
 Miércoles 17.30 hrs en UTN.  
 Docente 2: Jueves de 18 a 21 en UTN

### 12. Bibliografía

- 1) Apuntes de clase
- 2) Energía mediante vapor, aire o gas – Severns, Degler, Miles – Editorial Reverté S.A.
- 3) Turbinas de Gas- Departamento de Ingeniería Eléctrica y Energética – Universidad de Cantabria
- 4) Termodinámica - Gengel, Boles, Mc Graw Hill Sudamericana – 4ª Edición
- 5) Termodinámica – Rolle, University of Wisconsin – Pearson Educación – Sexta edición
- 6) Procesos de Combustión en Motores de Combustión Interna, L. Lichty, McGraw Hill.
- 7) Teoría de los Motores Térmicos, Martínez de Vedia y Martínez, CEI La Línea Recta.
- 8) Motores de Combustión Interna, Edward F. Odbert, CESA
- 9) Theory and Design of Steam and Gas Turbines, John F. Lee, McGraw Hill
- 10) Termodinámica Técnica y Máquinas Térmicas, C. Mataix, Ediciones Madrid ICAI
- 11) Turbinas de Vapor y de Gas, Lucien Vivier, Ediciones Urmo
- 12) Thermodynamics, Virgil M. Faires, Macmillan
- 13) Calderas, tipos, características y funciones, Carl Shield, Compañía Editorial Continental
- 14) Steam, its generation and use, Babcock & Wilcox, USA
- 15) Normas IRAM y ASME
- 16) Turbinas de Vapor, Edwin F. Church, Editorial Alsina
- 17) Centrales de vapor, G. A. Gaffert, Reverté
- 18) Criterio de diseño de plantas termoeléctricas, M. A. Rodríguez, Editorial Limusa

- 19) Progettazione e Costruzione dei motori a combustione interna – Pickas – Editore Ulrio Hoopli
- 20) Generación del Vapor – Mesny – Ediciones Marymar
- 21) Calderas de vapor – Mesny – Ediciones Marymar
- 22) Teoría de los motores Térmicos – Martinez de Vedia – Librería y Editorial Alsina
- 23) Manual del Ingeniero Térmico. Motores Térmicos – Günther Schneider – Ediciones Urmo
- 24) Máquinas Térmicas. Motores – Alvarez Flores, Callejon – Agramunt – Alfaomega
- 25) Conversión de la Energía - Martinez de Vedia – Librería y Editorial Alsina
- 26) Turbinas de Gas. Compresores. Sobrealimentación - Martinez de Vedia – Librería y Editorial Alsina
- 27) Generadores de vapor y Calderas de agua caliente. Métodos de ensayos de recepción – Normas IRAM – IAP A25-8
- 28) Teoría de Motores – Prof.Ing. Raúl A. Magallanes – FAA – Escuela de Ingeniería Aeronáutica
- 29) Motori al alta Potenza Specifica – Giacomo A. Pignone- Ugo R. Vercelli – Giorgio Nada Editore
- 30) Turbinas de Gas – Pedro Fernández Díez - Departamento de Ingeniería Eléctrica y Energética – Universidad de Cantabria.
- 31) Dinámica de los Fluidos – V. Streeter – E. Wylie – Mc Graw Hill

### **13. Guía de Trabajos Prácticos**

Los siguientes son trabajos prácticos que los alumnos serán capaces de elegir para desarrollar durante el año. Es necesario completar uno de ellos y será flexible la posibilidad de incluir algún otro que resulte del interés despertado por los alumnos durante el desarrollo de las clases. Será electivo de los profesores la realización de estos trabajos según se presente el desarrollo del cursado de la materia.

1- CALCULAR LA CANTIDAD DE VAPOR NECESARIA PARA EL FUNCIONAMIENTO DE UNA PLANTA DE PROCESAMIENTO DE CUEROS QUE PROCESA 300 CUEROS POR DÍA. ELEGIR UNA CALDERA PARA ESTA PRODUCCIÓN .PUEDE USARSE PARTE DEL MISMO PARA OTRAS APLICACIONES?

2- TENEMOS QUE GENERAR 500 KW PARA ALIMENTAR UNA INDUSTRIA. QUE MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA PODRÍAMOS USAR Y QUE GENERADOR ACOPLAR? EXPLIQUE LAS RAZONES ECONÓMICAS QUE LO LLEVAN A ADOPTAR ESTE MOTOR.

3 – CALCULE LA SUPERFICIE REFLECTANTE, LONGITUD Y DIÁMETRO DE CAÑOS PARA LA FABRICACIÓN DE UN CALEFÓN SOLAR QUE PUEDA PROVEER 400 LITROS DE AGUA A 60-70°C POR DÍA.

4- PROYECTO DE UN DIGESTOR PARA TRATAR RESIDUOS DE UN TAMBO QUE ORDEÑA 100 VACAS POR DÍA. CALCULO DEL CAUDAL DE GAS PRODUCIDO. QUE ARTEFACTOS PODEMOS ALIMENTAR. PRODUCCIÓN DE ABONO RESULTANTE.

5- CALCULAR LA INSTALACIÓN DE GAS NECESARIA EN UNA PLANTA INDUSTRIAL QUE TIENE LOS SIGUIENTES CONSUMOS: 3 HORNOS DE FUNDICIÓN DE ALUMINIO, 2 HORNOS DE MANTENIMIENTO, 6 CALEFACTORES, 1 COCINA, FUTURAS AMPLIACIONES.