



*Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Buenos Aires*

PROGRAMA ANALÍTICO DE ASIGNATURA

DEPARTAMENTO: Ingeniería Mecánica

CARRERA: Ingeniería Mecánica

NOMBRE DE LA ACTIVIDAD CURRICULAR: Máquinas Alternativas y Turbomáquinas

Año Académico: 2023

Área: Térmica y fluidos

Bloque: Tecnologías aplicadas

Nivel: 5

Tipo: Obligatoria

Modalidad: Anual

Cargas horarias totales:

<i>Horas reloj</i>	<i>Horas cátedra</i>	<i>Horas cátedra semanales</i>
96	128	4

COMPOSICIÓN DEL EQUIPO DE CÁTEDRA:

Profesor/a Adjunto/a: Sergio Macchello - Roberto Franzi

ATP 1°: Fabian Mikey Flax - Ignacio Correa

FUNDAMENTACIÓN:

La materia corresponde al ciclo superior de la carrera de Ingeniería Mecánica.

Los temas que se desarrollan permiten que el estudiante adquiera el conocimiento de las plantas de poder y propulsión de utilización en la industria, en medios de locomoción y en equipos de servicio para suministro de aire y agua.

El egresado de ingeniería mecánica se capacita ampliamente en el estudio de los motores de combustión interna y las turbo-máquinas, lo que supone un importante campo para su futuro desempeño profesional, tanto en las áreas de mantenimiento y diseño como en las de certificación de la calidad de los procesos.

COMPETENCIAS DE EGRESO ESPECÍFICAS A LAS QUE CONTRIBUYE:



Competencia	Competencias de Actividades reservadas			Competencias de Alcances
	Baja	Media	Alta	
C.E.1.1 Diseñar y desarrollar proyectos de máquinas, estructuras, instalaciones y sistemas mecánicos, térmicos y de fluidos mecánicos, sistemas de almacenaje de sólidos, líquidos y gases; dispositivos mecánicos en sistemas de generación de energía; y sistemas de automatización y control aplicando metodologías asociadas a los principios de cálculo, diseño y simulaciones para valorar y optimizar, con sentido crítico e innovador, responsabilidad profesional y compromiso social.			X	
C.E.3.1 Determinar y certificar el correcto funcionamiento y condiciones de uso de lo descrito en la AR1 de acuerdo con especificaciones, aplicando el sentido crítico, responsabilidad profesional y compromiso social.			X	
C.E.3.2 Interpretar la funcionalidad y aplicación de lo descrito en la AR1, con sentido crítico, responsabilidad profesional y compromiso social.			X	
CE5.1. Desarrollar y aplicar metodologías de proyecto, cálculo, diseño y planificación de laboratorios, relacionados con el ensayo, verificación y certificación de equipos de cualquier naturaleza vinculados a sistemas mecánicos, térmicos y fluidos mecánicos o partes con estas características incluidos en otros sistemas, respetando los criterios y metodologías prescritos por las normas de ensayo, tanto nacionales como internacionales.				X

COMPETENCIAS DE EGRESO GENÉRICAS A LAS QUE CONTRIBUYE:



Competencia	Baja	Media	Alta
CG1: Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería			X
CG4: Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería			X
CG5: Contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas			X
CG7: Comunicarse con efectividad		X	
CG8: Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global		X	
CG9: Aprender en forma continua y autónoma		X	

OBJETIVOS (APRENDIZAJE/LOGROS A ALCANZAR)

- Aplicar los principios de funcionamiento de las máquinas y de los mecanismos que las constituyen para el cálculo, diseño y proyecto de máquinas, instalaciones y sistemas mecánicos.
- Seleccionar adecuadamente equipos en función de sus características, posibilidades y los campos de utilización de estas, con previa evaluación de su funcionalidad y aplicación.
- Evaluar el correcto funcionamiento de los equipos, sus sistemas auxiliares y accesorios que integran las máquinas y los sistemas térmicos, con sentido crítico y responsabilidad profesional.
- Realizar ensayos de laboratorio sobre máquinas térmicas con la previa selección, verificación y certificación de los equipos a utilizar.

CONTENIDOS

Contenidos mínimos

Turbinas de gas y turbinas de vapor.

- Funcionamiento, tipos y utilización.
- Variantes y Ciclo de temperatura limitada.
- Turbinas y compresores dinámicos.
- Combustión; Cámaras de Combustión.
- Combustibles. Materiales. Mantenimiento.
- Plantas fijas y de Propulsión

Máquinas Alternativas de Combustión Interna



- Ciclos.
- Combustibles. Combustión y detonación.
- Carburación. Inyección. Common Rail.
- Sobrealimentación.
- Motores de dos tiempos.
- Ensayo de motores.
- Plantas fijas y de propulsión.

Contenidos analíticos

UNIDAD TEMÁTICA I: INTRODUCCIÓN A LAS MÁQUINAS ALTERNATIVAS Y TURBOMÁQUINAS

Diferentes tipos de motores y formas constructivas - Estudio comparativo en base al propósito de su utilización práctica industrial.

UNIDAD TEMÁTICA II: MOTORES ALTERNATIVOS

Principio de funcionamiento de los motores de dos y cuatro tiempos. Descripción constructiva de los motores, órganos y elementos componentes. Función de las diferentes partes.

Conocimientos generales acerca del diseño de partes y materiales usados en motores alternativos. Descripción general sobre el montaje e instalación de estas máquinas. Las diferentes partes.

UNIDAD TEMÁTICA III: CICLOS IDEALES DE AIRE DE MOTORES ALTERNATIVOS

Ciclo Otto, Diesel, Semi-Diesel o de Sabathé, Rendimiento Térmico, efecto de las variables operativas del motor. Potencia ideal, Presión media ideal. Ciclo aire/combustible teórico y real - Uso de las cartas termodinámicas de mezcla fresca y productos de combustión.

Efecto que producen las variables del motor. Descripción del ciclo Indicado. Avance al Encendido. Justificación adelanto apertura válvula de escape. Diagrama de Distribución. Diagrama abierto de presiones. Rendimientos

UNIDAD TEMÁTICA IV: TEORÍA DE LA COMBUSTIÓN

Combustión en el Otto - Combustión en el Diesel. Transformaciones del fluido operante y requerimientos de mezcla del motor - Proceso de combustión normal. Combustión anormal, sus causas y efectos -Exigencias impuestas a las cámaras de combustión - Detonancia - Efecto de los variables del motor sobre la detonación. Poder antidetonante. Número octano - Aditivos antidetonantes - Facilidad de ignición de los petróleos - Número cetano. Volatilidad, tensión de vapor y calor de vaporización. Peso específico y poder calorífico.



UNIDAD TEMÁTICA V: CÁLCULO DE LA POTENCIA

Rendimientos y Balance térmico del motor. Características operativas de los motores de combustión interna alternativos. Rendimiento volumétrico, rendimiento mecánico. Variación de la potencia en función del régimen de la alimentación y de la carga del motor. Curvas características. Consumos específicos. Variación en función del régimen y la carga. Motores sobrealimentados. Bancos de prueba. Medición de los parámetros fundamentales del motor

UNIDAD TEMÁTICA VI: MECÁNICA DE LOS MOTORES ALTERNATIVOS

Esfuerzos dinámicos. Desplazamientos, velocidades y aceleraciones del pistón. Transformación de un movimiento rectilíneo alternativo en uno circular continuo, sistema biela manivela.

Fuerzas alternativas de inercia. Fuerzas rotativas. Composición de fuerzas y momentos de inercia libres. Momento motor. Estudio del equilibrado del motor. Oscilaciones de torsión y flexión. Reducción de sistemas reales complejos a sistemas simples equivalentes. Vibraciones naturales y forzadas. Diagnóstico del estado mecánico y operativo de un motor mediante el análisis de vibraciones.

UNIDAD TEMÁTICA VII: ELEMENTOS COMPONENTES DE LA TURBINA DE GAS

Principio de funcionamiento de la turbina de gas Compresores, cámaras de combustión, turbina, regeneradores, refrigeradores, etc. Ciclos abiertos y cerrados. Ciclo Joule Brayton.

Rendimiento adiabático de compresores y turbinas. Variación del rendimiento térmico y potencia específica en función del tipo de instalación.

Turbinas estacionarias y de aplicación a la propulsión aeronáutica, automotriz y marina.

UNIDAD TEMÁTICA VIII: ELEMENTOS COMPONENTES DE LAS TURBINAS DE VAPOR

Principio de funcionamiento. Ciclos de las turbinas de vapor. Escalonamientos de presión y velocidad. Diseño de Toberas. Grado de reacción Turbina de Laval, Curtis, Rateau, Pearsons.

Ciclos Combinado de Turbina de gas y Vapor

UNIDAD TEMÁTICA IX: CLASIFICACIÓN DE LAS BOMBAS ROTO-DINÁMICAS

Elementos componentes. Clasificación por el número específico de revoluciones. Rodete. Sistema difusor. Instalación de una bomba. Pérdidas. Rendimiento y Potencia. Cavitación y Golpe de Ariete.

UNIDAD TEMÁTICA X: ANÁLISIS TEÓRICO DE UN COMPRESOR CENTRÍFUGO

Carcasa de admisión. Rodete. Difusor. Diseño óptimo de la admisión de Compresor centrífugo. Relación de compresión. Análisis escalonamiento compresor axial. Diagrama de velocidades. Relación de compresión para varios escalonamientos. Estabilidad de compresores axiales. Descripción compresores a tornillo.



UNIDAD TEMÁTICA XI: DEFINICIÓN DE LOS VENTILADORES

Clasificación según la presión total desarrollada. Clasificación según la dirección de flujo. Teoría de los ventiladores. Ventiladores carenados de flujo Axial. Coeficiente de sustentación del perfil aerodinámico de un ventilador.

UNIDAD TEMÁTICA XII: ELEMENTOS CONSTITUTIVOS

Clasificación de las turbinas hidráulicas, según grado de reacción, según el número específico de revoluciones. Turbinas Pelton de acción. Turbinas de reacción Francis y Hélice. Turbinas de reacción Kaplan y Deriaz. Altura neta. Cavitación y Golpe de ariete. Potencias y Rendimientos.

DISTRIBUCIÓN DE CARGA HORARIA ENTRE ACTIVIDADES TEÓRICAS Y PRÁCTICAS

Modalidad organizativa de las clases	Horas Reloj totales presenciales	Horas reloj virtuales totales	Horas totales
Teórica	78		78
Formación práctica	18		18

Tipo de prácticas	Horas Reloj totales presenciales	Horas reloj totales virtuales	Lugar donde se desarrolla la práctica (si corresponde indicar laboratorio, ámbito externo)
Formación experimental	18		Laboratorio de Máquinas Térmicas Sede Medrano
Problemas abiertos de Ingeniería (ABP)			
Proyecto y diseño			
Otras:			
Práctica supervisada			
Total de horas	18		

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Por ser una materia de la especialidad mecánica en la que se deben brindar conocimientos teóricos y su aplicación práctica, se deben contemplar fundamentalmente tres aspectos:



El **Teórico**, en el que, usando un método inductivo (no meramente expositivo), se introduce un determinado tema, tratando de motivar al alumno mostrándole la importancia del mismo y sus aplicaciones en la industria e introduciéndolo en la obtención de las leyes o conceptos relacionados.

El **Práctico** referente a la resolución de problemas, que es la forma natural de fijar los conocimientos teóricos, y que también sirve para mostrarle al alumno si el tema fue suficientemente comprendido al tratar de aplicarlo a una situación concreta. Dicho aspecto debe contemplar la posibilidad del trabajo no solo individual, sino también grupal, pues la discusión y el intercambio de criterios pueden enriquecer el análisis de situaciones problemáticas.

El **Experimental**, posibilitando el uso del laboratorio, no solo para la verificación de leyes estudiadas, sino, para que el alumno pueda desarrollar aspectos creativos en experiencias varias. Permite también, ante un resultado distinto al esperado, buscar las posibles causas de las discrepancias, notando las diferencias entre los sistemas reales y los teóricos.

Instrumentos utilizados

Mediante la proyección de vídeos, transparencias y PowerPoint se familiariza al alumno con las partes constitutivas y operación de este tipo de máquinas.

Por medio de trabajos prácticos y ensayos en laboratorio se obtiene el aprendizaje de los parámetros que afectan al funcionamiento de las máquinas alternativas y las turbomáquinas.

1. Trabajos Prácticos

- **TP 1 - Problemas introductorios:** Cálculos de parámetros de un motor alternativo (cilindrada, relación de compresión, velocidad del pistón, etc), desarrollado en el aula por el ATP a todo el curso y presentado por un responsable por grupo.

- **TP 2 - Ciclos de aire:** Cálculos de parámetros de un ciclo termodinámico Otto, Diesel y Atkinson (presión, temperatura, volumen, L_u , Rendimiento térmico, etc), desarrollado en el aula por el ATP a todo el curso y presentado por un responsable por grupo.

- **TP 3 - Problemas de ciclo indicado:** Cálculos de parámetros del ciclo real de un motor alternativo (presión media, compresión efectiva, accionamiento de válvulas, etc), desarrollado en el aula por el ATP a todo el curso y presentado por un responsable por grupo.

- **TP 4 - Ciclo real, rendimientos:** Cálculos de parámetros del ciclo real de un motor alternativo (rendimiento volumétrico, mecánico, indicado,



térmico total, etc), desarrollado en el aula por el ATP a todo el curso y presentado por un responsable por grupo.

- **TP 5 - Selección de bomba inyectora:** Cálculos y selección mediante ábacos, de los componentes de bombeo de una bomba inyectora Diesel del tipo lineal, desarrollado en el aula por el ATP a todo el curso y presentado por un responsable por grupo.

- **TP 6 - Cálculo de un sistema de inyección Diesel:** Cálculos de presión y caudal de inyección, sección de la tobera del inyector, tiempo de inyección, cañería, etc, desarrollado en el aula por el ATP a todo el curso y presentado por un responsable por grupo.

- **TP7 - Balance térmico de un motor:** Cálculos del aporte de calor, y pérdidas de calor por el sistema de refrigeración, escape y radiación de un motor alternativo, representación y análisis mediante diagrama de Sankey, desarrollado en el aula por el ATP a todo el curso y presentado por un responsable por grupo.

2. Trabajos Prácticos de Laboratorio (TPL)

Se desarrollan en el Laboratorio de Máquinas Térmicas de la sede Medrano. Cada laboratorio comprende la práctica misma así como también una evaluación virtual previa sobre el tema a tratar.

- TPL 1: Elementos constitutivos

Presentación de los componentes del sistema biela manivela, distribución, lubricación y refrigeración, con piezas reales desarmadas, cortadas y con desgastes para emitir las conclusiones, desarrollado en el laboratorio UTN FRBA por los ATP a todo el curso y presentado por un responsable por grupo.

- TPL 2: Ciclo indicado, rendimientos

Cálculos del aporte de calor, y pérdidas de calor por el sistema de refrigeración, escape, radiación, fricción, potencia indicada, de fricción y efectiva, rendimientos volumétricos, indicado y térmico total de un motor diesel alternativo, medición de un diagrama del ciclo indicado y cálculo de la presión media indicada, desarrollado en el laboratorio del Intituto de Profesorado Técnico de la UTN por los ATP a todo el curso y presentado por un responsable por grupo.

- TPL 3: Control de un sistema de inyección Diesel

Medición de los caudales de inyección, presión y velocidad de rotación de una bomba inyectora diesel, y los inyectores, con un banco de prueba de uso industrial, desarrollado en el laboratorio UTN FRBA por los ATP a todo el curso y presentado por un responsable por grupo.

- TPL 4: Ensayo de motor

Medición del par motor, velocidad, estado de carga, potencia, consumo específico y factor de corrección, conjuntamente a los gases emitidos, de un motor alternativo,



representación y análisis de las curvas, desarrollado en el laboratorio UTN FRBA por los ATP a todo el curso y presentado por un responsable por grupo.

- **TPL 5: Control de un sistema de inyección y encendido Otto**

Monitoreo y control de los parámetros y componentes de un sistema de inyección de nafta y el sistema de encendido mediante escáner de uso industrial, desarrollado en el laboratorio UTN FRBA por los ATP a todo el curso y presentado por un responsable por grupo.

- **TPL 6: Elementos constitutivos de turbinas**

Presentación de los componentes de turbinas de vapor y gas, con piezas reales desarmadas, cortadas y con desgastes para emitir las conclusiones, desarrollado en el laboratorio UTN FRBA por los ATP a todo el curso y presentado por un responsable por grupo.

MODALIDAD DE EVALUACIÓN

Modalidad (tipo, cantidad, instrumentos)

- Dos (2) exámenes parciales, escritos y presenciales. Uno a mitad de cursada y el otro a final de la cursada.
- Trabajos prácticos
- Trabajos prácticos de laboratorio con sus respectivas evaluaciones virtuales.

Requisitos de regularidad

Para poder obtener la regularidad el alumno deberá aprobar los dos (2) exámenes parciales escritos presenciales, que se tomarán a mitad y final de la cursada, con nota mínima de seis (6).

Cada parcial posee dos recuperatorios.

Se requiere la entrega y aprobación de los trabajos prácticos dictados y las evaluaciones parciales de cada práctica de laboratorio en forma virtual.

La asignatura se aprobará luego mediante el régimen de examen final.

Se requiere un 75% de asistencia.

Requisitos de aprobación directa

Se considera la aprobación directa solo si la nota de los dos exámenes parciales tienen una calificación igual o mayor a ocho (8).



*Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Buenos Aires*

Se contempla un examen recuperatorio para promoción en aquellos casos en los que un parcial tenga una nota igual o mayor a ocho (8) y el otro una nota de seis (6) o siete (7). El recuperatorio contempla los temas del parcial.

Se deben aprobar todos los trabajos prácticos dictados así como también las prácticas de laboratorio con sus respectivas evaluaciones.

Se requiere una asistencia del 75%.

ARTICULACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL CON OTRAS MATERIAS

Asignatura de quinto nivel que presenta las siguientes articulaciones:

Articulación vertical con las materias básicas de primer nivel (*Álgebra y Geometría Analítica, Análisis Matemático I, Física I, Química General*) y segundo nivel (*Análisis Matemático II Física II*) en: desarrollo de ecuaciones y gráficos y aplicación de conceptos de física y química. Articula con *Economía* (tercer nivel) en el análisis de costos operativos y constructivos, con *Termodinámica* (tercer nivel) en análisis de trabajo útil y rendimientos, evaluación de reutilización de la energía liberada al medio ambiente y con *Mecánica de los fluidos* (cuarto nivel) y *Tecnología del Calor* (cuarto nivel) en la aplicación de los conceptos teóricos de estas materias.

Articulación horizontal en materias como *Proyecto Final, Mantenimiento e Instalaciones Industriales* en la interrelación de las máquinas alternativas y las Turbomáquinas en su diseño, instalación y mantenimiento. Articula con *Legislación* (quinto nivel) en cuanto a definiciones reglamentarias sobre combustibles y niveles de contaminación.



*Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Buenos Aires*

CRONOGRAMA ESTIMADO DE CLASES



Clase	Tema	Modalidad de dictado (presencial/virtual)
1	Descripción de la materia y terminología cilindro biela manivela	Presencial
2	Descripción de los elementos constitutivos del motor. TP1 Problemas introductorios	Presencial
3	Ciclo de aire teórico Sabathé y Otto	Presencial
4	Ciclo de aire teórico Diesel, Atkinson y comparaciones. TP2 Ciclos de aire	Presencial
5	Laboratorio: TPL 1 Elementos constitutivos	Presencial
6	Ciclo límite, Ciclo indicado	Presencial
7	Ciclo indicado, pérdidas reales. TP3 Problemas de ciclo indicado	Presencial
8	Combustibles fósiles, renovables, características técnicas.	Presencial
9	Laboratorio: TPL2 Ciclo indicado, rendimientos	Presencial
10	Procesos de combustión Otto y tratamiento de gases de escape. TP4 Ciclo real, rendimientos	Presencial
11	Procesos de combustión Diesel y tratamiento de gases de escape.	Presencial
12	Tipos de mezclas, estequiometría. Curvas de variación de la mezcla	Presencial
13	Sistemas indirectos de alimentación para ciclo Otto	Presencial
14	Sistemas duales y directos de alimentación para ciclo Otto	Presencial
15	Cámaras e inyectores Diesel	Presencial
16	Sistemas de inyección Diesel TP5 selección de bomba inyectora	Presencial
17	Primer examen Parcial	Presencial
18	Laboratorio: TPL 3 Control de un sistema de inyección Diesel	Presencial
19	Sistemas de encendido por chísपा. TP6 Cálculo de un sistema de inyección Diesel	Presencial
20	Ciclo 2T, Cáster seco y húmedo. Motor con cruceta	Presencial
21	Bancos de prueba, mediciones	Presencial



22	Curvas características, factor de corrección. Método Morse.	Presencial
23	Curva de utilización, función de la riqueza, Potencia indicada, fricción	Presencial
24	Laboratorio: TPL4 Ensayo de motor.	Presencial
25	Sobrealimentación. Equipos y características. TP7 Balance térmico de un motor	Presencial
26	Laboratorio: TPL5 Control de un sistema de inyección y encendido Otto	Presencial
27	Turbinas de vapor. Toberas. Ecuación de Euler	Presencial
28	Grado de reacción, Laval, Curtis, Rateau, Parsons	Presencial
29	Turbina de gas, Ciclo Joule Brayton, Compresor, Cámara, Turbina.	Presencial
30	Regeneración. Enfriamiento y calentamiento intermedio, Ciclo Combinado	Presencial
31	Laboratorio: TPL 6 Elementos constitutivos de turbinas	Presencial
32	Segundo examen Parcial	Presencial

BIBLIOGRAFÍA OBLIGATORIA

Giacosa, D. (1970). *Motores Endotérmicos*. España: Editorial Científico Médica.
Mataix, C. (2000). *Turbomáquinas Térmicas*. Madrid: Editorial Dossat.
Mataix, C. (1982). *Mecánica de los Fluidos y Máquinas Hidráulicas*. España: Editorial Harper & Row.

Libros digitales

Hidalgo Estrella, J. G. (2019). *Termodinámica básica para ingenieros*. Ediciones de la U.
Galagovsky Kurman, L. R. (2020). *Química orgánica*. Eudeba.
Mañas González, A.; Bergadá Granyó, J. (2021). *Mecánica de los fluidos: Problemas de resolución numérica*. Universitat Politècnica de Catalunya.
Peñaranda Osorio, C. V. (2018). *Mecánica de los fluidos*. Ecoe Ediciones.
Luszczewski, A. (2013). *Redes industriales de tuberías: bombas para agua, ventiladores y compresores*. Reverté
Sánchez Naranjo, C. (2011). *Teoría de la combustión*. Universidad Nacional de Educación a Distancia.
Lugo Reyes, R. (2010). *Termodinámica de la turbina de gas*. Instituto Politécnico Nacional.



*Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Buenos Aires*

Muñoz Domínguez, M.; Rovira de Antonio, A. (2016). *Motores de combustión interna*. Universidad Nacional de Educación a Distancia.

Muñoz Domínguez, M.; Rovira de Antonio, A. (2016). *Máquinas y motores térmicos: introducción a los motores alternativos y a las turbomáquinas térmicas*. Universidad Nacional de Educación a Distancia.

Callejón Agramunt, I.; Álvarez Florez, J. A.; Carreras Planells, R. (2015). *Motores alternativos de combustión interna*. Universitat Politècnica de Catalunya.

Tizón Pulido, J. M. (2019). *Turbomáquinas: análisis, diseño y simulación numérica*. Dextra Editorial

Piqueras, P. (2013). *Ejercicios resueltos de motores a reacción y turbinas de gas*. Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia.

Sánchez Naranjo, C. (2020). *Centrales termoeléctricas*. Universidad Nacional de Educación a Distancia.

Creus Solé, A. (2014). *Aerogeneradores*. Editorial Cano Pina.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Martinez de Vedia, R. (1953). *Motores de Combustión Interna*. Argentina: Editorial Alsina.

Mataix, C. (2007). *Turbomáquinas Hidráulicas*. España. Editorial: Dossat.

Vincent, E. (1950). *The Theory and design of gas Turbines and Jet Engines*. USA. Editorial: Mc Graw Hill.

Mackinley, B. (1955). *Aircraft Powerplants*. EE. UU.: McGraw-Hill.