

UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN
FACULTAD POLITÉCNICA
INGENIERÍA AERONÁUTICA
PLAN 2012
PROGRAMA DE ESTUDIOS

Resolución N° 17/21/04-00 Acta N° 1009/09/10/2017 - ANEXO 05

I. - IDENTIFICACIÓN

1. Asignatura	: MOTORES II
2. Nivel	: Octavo
3. Horas semanales	: 8 horas
Clases teóricas	: 3 horas
Clases prácticas	: 2 horas
Clases laboratorio	: 3 horas
4. Total de horas disponibles	: 128 horas
Clases teóricas	: 48 horas
Clases prácticas	: 32 horas
Clases laboratorio	: 48 horas

II. - JUSTIFICACIÓN

Dentro de la carrera de Ingeniería Aeronáutica, uno de los pilares más que evidentes es la parte que corresponde a motores tanto alternativos como a turbina, o sea los motopropulsores que proporcionan el empuje a una aeronave.

El estudiante de Ingeniería Aeronáutica debe aprender a conocer su funcionamiento, describir, calcular y dimensionar las diferentes partes constitutivas de un motopropulsor a reacción, sometidos a todo tipo de carga, combustible y potencia. Además se tendrá especial atención en el rendimiento y confiabilidad de la turbina, analizando cuan eficaz es el motor para operar en determinadas condiciones ambientales y de funcionamiento. Utilizando motores a reacción del laboratorio con sus respectivos manuales de los fabricantes, la realización de prácticas de mantenimiento de dichos motores.

III. - OBJETIVO GENERAL

Planificar y dirigir la reparación y el mantenimiento de los sistemas propulsivos de una aeronave a reacción.

IV. - OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Describir los sistemas propulsivos a reacción.
2. Definir la teoría de la turbina.
3. Seleccionar el motor apropiado en el proceso de diseño preliminar.
4. Desarrollar un anteproyecto de un Turboreactor básico.

V. - PRE-REQUISITO

Motores I

VI.- CONTENIDO

6.1. Unidades programáticas

1. Introducción
2. Teoría de Turbinas – Turbinas de Acción
3. Turbinas de Reacción
4. El Compresor Dinámico – El Compresor Radial
5. El Compresor Axial
6. Compresores – Curvas características
7. Combustibles para Turboreactores
8. Turboreactores
9. Cálculo de Máxima
10. Curvas características de Turboreactores
11. Materiales para Turboreactores
12. Sistemas asociados al Turboreactor
13. Tomas de Aires de Turboreactores

6.2. Desarrollo de las unidades programáticas

1. **Introducción**
 - 1.1. Introducción histórica sobre Turbomotores aplicados a propulsión.
 - 1.2. El Ciclo motor Brayton.
 - 1.3. Sus Parámetros fundamentales.
 - 1.4. El Trabajo de compresión.
 - 1.5. Ciclo Brayton de temperatura limitada.

- 1.6. Rendimientos del Ciclo de Brayton .
 - 1.7. El empuje.
 - 1.8. El caudal.
 - 1.9. La velocidad de entrada y salida.
 - 1.10. Rendimientos del Motorpropulsor
- 2. Teoría de Turbinas – Turbinas de Acción**
- 2.1. La Teoría de Turbinas, Ecuación de la Turbomáquinas.
 - 2.2. La Turbina de Acción.
 - 2.3. Rendimiento de la Turbina de Acción.
 - 2.4. Escalonamientos en Turbinas de Acción
 - 2.5. Marchas de las Velocidades y las Presiones a través de los escalonamientos.
 - 2.6. Rendimientos de los escalonamientos de velocidad y presión.
 - 2.7. Condición de máximo rendimiento.
 - 2.8. Influencia de las pérdidas en los triángulos de velocidad.
 - 2.9. Velocidad de empalme en turbinas de acción.
- 3. Turbinas de Reacción**
- 3.1. Las Turbinas de Reacción.
 - 3.2. Rendimientos en Turbinas de Reacción.
 - 3.3. Escalonamientos en Turbinas de Reacción.
 - 3.4. Marcha de las velocidades y presiones en los escalonamientos.
 - 3.5. Rendimientos de escalonamientos.
 - 3.6. Condición de máximo rendimiento.
 - 3.7. Influencia de las pérdidas en los triángulos de velocidad.
 - 3.8. Velocidad de embalamiento en turbinas de reacción.
 - 3.9. Comparación entre Turbinas de Acción y de Reacción.
 - 3.10. Regulación de Turbinas.
- 4. El Compresor Dinámico – El Compresor Radial**
- 4.1. El Compresor Dinámico en Turbomotores, diferencia con el estático.
 - 4.2. El Compresor Radial.
 - 4.3. El grado de reacción en el compresor radial.
 - 4.4. Triángulos de velocidades en el compresor radial.
 - 4.5. Ecuación de trabajo periférico en compresor radial.
 - 4.6. Ecuación de Bernoulli para compresores.
 - 4.7. Curva característica del compresor radial.
- 5. El Compresor Axial**
- 5.1. El compresor axial.
 - 5.2. Triángulos de velocidades en compresor axial.
 - 5.3. El grado de reacción en el compresor axial.
 - 5.4. Triángulos de velocidades según el grado de reacción.
 - 5.5. Influencia de las pérdidas en los triángulos de velocidad.
 - 5.6. Curva característica del compresor axial.
 - 5.7. El cubo del compresor y la relación de cubo.
- 6. Compresores – Curvas Características**
- 6.1. El compresor y su curva de funcionamiento.
 - 6.2. El bombeo del compresor.
 - 6.3. Consecuencias del bombeo de compresor.
 - 6.4. Soluciones para evitar el bombeo del compresor.
 - 6.5. Funcionamiento de la válvula de descarga.
 - 6.6. Funcionamiento del IGE.
 - 6.7. Tipos de pérdidas del compresor.
- 7. Combustibles para Turboreactores**
- 7.1. Los combustibles para Turboreactores.
 - 7.2. Las cámaras de combustión.
 - 7.3. Funciones de las diferentes partes de la cámara de combustión.
 - 7.4. Diferentes tipos de cámaras.
 - 7.5. El Tubo de Llama.
 - 7.6. La unidad de control de combustibles.
- 8. Turboreactores**
- 8.1. El Turboreactor básico.
 - 8.2. El Turbohélice.
 - 8.3. El Turbofan.

- 8.4. La relación de derivación.
 - 8.5. La Post-Combustión.
 - 8.6. Regulación de la Post-Combustión.
 - 8.7. El Estatorreactor.
 - 8.8. Ciclos de Generación de Potencia y Principios.
 - 8.9. Materiales aplicados en Turbomáquinas.
 - 8.10. Manufactura y ensamblaje de Turbomáquinas.
9. **Cálculo de Máxima**
- 9.1. Cálculo de máxima de Turboreactores.
 - 9.2. Cálculo de máxima de un Turbohélice.
 - 9.3. Cálculo de máxima de un Turbofan.
10. **Curvas Características de Turboreactores**
- 10.1. Curvas características de los Turboreactores.
 - 10.2. Curva de empuje Vs altura y velocidad de vuelo.
 - 10.3. Curva de consumo específico Vs altura y velocidad de vuelo.
 - 10.4. Influencias sobre el consumo de las variables atmosféricas y de la velocidad y altura de vuelo.
 - 10.5. Transitorio de arranque del Turboreactor.
 - 10.6. Potencia para arrancar.
11. **Materiales para Turboreactores**
- 11.1. Materiales para Turboreactores.
 - 11.2. Materiales y procesos para Turbinas.
 - 11.3. Materiales y procesos para Turbocompresores axiales y radiales.
 - 11.4. Materiales y procesos para cámaras de combustión.
12. **Sistemas Asociados al Turboreactor**
- 12.1. Sistema de Lubricación.
 - 12.2. Sistema de refrigeración del motor.
 - 12.3. Sistema IGE.
 - 12.4. Sistema de encendido del Turboreactor.
 - 12.5. Sistema de arranque del Turboreactor.
 - 12.6. Sistemas asociados al motor para el avión.
 - 12.7. Sistema de combustible.
 - 12.8. Sistema de insonorización.
13. **Tomas de Aire de Turboreactores**
- 13.1. Toma de aire subsónica.
 - 13.2. Toma de aire supersónica.
 - 13.3. Regulación de la toma supersónica a pequeñas y grandes perturbaciones.

VII.- ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

- Discusión en clase.
- Presentación de temas con diferentes técnicas.
- Técnicas individuales para resolución de ejercicios
- Técnicas grupales para trabajo en laboratorio.

VIII. MEDIOS AUXILIARES

1. Pizarrón.
2. Biblioteca.
3. Material bibliográfico.
4. Carteles.
5. Equipo multimedia
6. Materiales y elementos de laboratorio.

IX.- EVALUACIÓN

- El estudiante deberá presentarse a dos Exámenes Parciales. Podrá presentarse al Tercer Examen Parcial el estudiante que haya obtenido un promedio inferior a 50% en los dos primeros exámenes parciales o que no se haya presentado en uno de ellos. Bajo esta situación, el promedio se realizará con las dos mejores puntuaciones.
- El promedio de los exámenes parciales será uno de los requisitos que habilite para el Examen Final, de acuerdo con la siguiente escala:
 1. Promedio igual o mayor a sesenta por ciento (60%), a partir del Primer Examen Final.
 2. Promedio igual o mayor a cincuenta por ciento (50%), a partir del Segundo Examen Final.
 3. Promedio inferior a 50%, el estudiante deberá volver a cursar la asignatura.

- Para tener derecho al Examen Final, el estudiante deberá cumplir con lo siguiente:
 1. Haber aprobado las asignaturas pre-requisitos.
 2. Tener el promedio habilitante.
 3. Cumplir con el porcentaje de asistencia mínimo, conforme a lo estipulado en la Planilla de Cátedra.
 4. Otros requisitos exigidos por la Cátedra, establecidos en la Planilla de Cátedra.

X.- BIBLIOGRAFÍA

- Saravanamutto, H., Rogers, G., Cohen, H. (2008). *Gas Turbines Theory*. (5° Ed.). Canada: Prentice Hall PEARSON.
- Forenz, T., Gigson, K. & Rodriguez, C. (2013). *Aviation Maintenance Technician Certification Series: Module 11A : Turbine aeroplane structures and systems*

MATERIALES BIBLIOGRÁFICOS DISPONIBLES EN LA BIBLIOTECA DE LA FACULTAD POLITÉCNICA

- Chapman, S. J. (2004). *Máquinas eléctricas*. (3° Ed.). Santafé de Bogotá: McGraw-Hill.
- Cuesta Álvarez, M. (2003). *Motores de reacción*. Madrid: Thomson.
- Enríquez Harper, G. (2010). *Control de motores eléctricos*. México: Limusa.
- Martínez Cabeza, J. A. (2007). *Descubrir los motores de aviación*. Madrid: Aena.
- Roldan Viloría, J. (1988). *Motores eléctricos: accionamiento de maquinas, 30 tipos de motores*. Madrid: Parainfo.

RECURSOS DISPONIBLES A TRAVÉS DE CICCO

- Bulin, G. & Oberle, P. G. (2014). *Turboreactor for aircraft*. Recuperado de : <http://eds.a.ebscohost.com>
- Cleverson, B., Jesuíno Takachi, T., & João Roberto, B. (2015). *Gas Turbine Course's Teaching Process at Instituto Tecnológico de Aeronáutica: Theory and Laboratory*. Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial. doi:10.5028/jatm.v7i1.343.

RECURSOS DISPONIBLES A TRAVÉS DE COLECCIONES MHE

- Chapman, S. J. (2012). *Máquinas eléctricas*. (5° Ed.). México, D.F., MX: McGraw-Hill Interamericana. Recuperado de: <http://ebookcentral.proquest.com>.