



1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Sistemas de Propulsión
Clave de la asignatura:	AOF-1324
SATCA:	3-2-5
Carrera:	Ingeniería Aeronáutica

2. Presentación

Caracterización de la asignatura

- Analiza los sistemas de propulsión y sus subsistemas utilizados en las aeronaves para entender el correcto funcionamiento de un motor de combustión interna de uso aeronáutico y su impacto en la arquitectura de la aeronave.
- En el análisis de los sistemas de propulsión se involucran conocimientos de termodinámica y transferencia de calor que ayudaran al estudiante a entender los factores que determinan el rendimiento de las plantas motrices de uso aeronáutico.

Esta materia contribuye con los siguientes atributos de egreso para el estudiante:

- Identifica, formula y resuelve problemas complejos de ingeniería aeronáutica mediante el conocimiento del funcionamiento de sistemas, subsistemas, componentes y diversas partes que conforman las aeronaves y el uso de legislaciones, regulación y normas nacionales e internacionales vigentes para mantener las condiciones de aeronavegabilidad. (atributo 1 de CACEI).
- Evalúa el comportamiento y desempeño de sistemas, componentes, partes y materiales mediante la experimentación para analizar y establecer conclusiones a través de equipo especializado para el sector aeronáutico (atributo 3 CACEI).
- Reconoce la necesidad permanente de educación continua para evaluar, integrar y aplicar los conocimientos adquiridos en el ámbito aeronáutico (atributo 6 CACEI).

Intención didáctica

- Como introducción a la materia es necesario mencionar de forma genérica cual es la interpretación de un sistema de propulsión de una aeronave.
- Los temas involucrados siempre tienen que hacer referencia hacia el tema de la aviación de tipo comercial y en casos especiales a la aviación militar.
- Esta asignatura abordará el tema de combustibles para conocer sus características y aplicación de cada uno de ellos y llevar a cabo un análisis de sus rendimientos en los sistemas de una planta motriz aeronáutica con el uso de manuales correspondientes.
- Dentro de las actividades que se sugieren para el desarrollo de la materia es el uso de esquemas para la identificación de sistemas y componentes correspondientes a un determinado sistema de propulsión.

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, del 5 al 8 de noviembre de 2012	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Celaya, de Estudios Superiores de Ecatepec, Tlalnepantla, Saltillo, Apizaco, Tijuana, Superior de Irapuato, Hermosillo, Mexicali, Querétaro, Superior de Coacalco, Superior de Chalco, Superior de Matamoros, León, Chihuahua, San Luís Potosi, IPN, UNAQ, UANL,	Reunión Nacional De Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería Aeronáutica
Desarrollo de Programas en Competencias Profesionales por los Institutos Tecnológicos del 12 de noviembre 2012 al 22 de febrero de 2013	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Tlalnepantla, Mexicali, Apizaco,	Elaboración del programa de estudio propuesto en la Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para la Formación y Desarrollo de Competencias Profesionales de Ingeniería Aeronáutica del SNIT.
Instituto Tecnológico de Querétaro, del 25 al 28 de febrero de 2013	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Estudios Superiores de Ecatepec, Tlalnepantla, Saltillo, Apizaco, Tijuana, Superior de Irapuato, Hermosillo, Mexicali, Querétaro, Superior de Coacalco, Superior de Chalco, Superior de Matamoros, León, Chihuahua, IPN, UNAQ	Reunión Nacional de Consolidación del Programas en Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería Aeronáutica.
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, del 4 al 7 de diciembre 2018	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Estudios Superiores de Ecatepec, de Tijuana, Superior de Irapuato, de Veracruz, de Boca del Río, de Tepic y de Zacatepec.	Reunión de Seguimiento Curricular de los Programas Educativos de; Ingeniería Aeronáutica, Ingeniería en Minería, Ingeniería en Diseño Industrial e Ingeniería en Biotecnología del Tecnológico Nacional de México.

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
Identifica, analiza y calcula los rendimientos y potencia de los distintos sistemas de propulsión aplicables en las aeronaves, así como el funcionamiento de sus sistemas auxiliares y sus combustibles utilizados, para garantizar rendimientos óptimos en las relaciones consumo específico de combustible contra empuje de una forma segura y aeronavegable.

5. Competencias previas

<ul style="list-style-type: none"> • Aplica las leyes de la Termodinámica a los sistemas de la industria aeronáutica donde ocurren conversiones de energía para cuantificar su comportamiento bajo diferentes condiciones operativas en términos de la eficiencia térmica o el coeficiente de realización. • Aplica los conocimientos fundamentales de los mecanismos de transferencia de calor, así como las herramientas matemáticas y de simulación necesarias para el análisis de procesos de intercambio de calor; proporcionando las bases de instalación y mantenimiento de los sistemas térmicos en la toma de decisiones. • Aplica las leyes y principios que rigen el comportamiento de los fluidos para el análisis de fenómenos orientados a la solución de problemas en ingeniería aeronáutica. • Analiza y comprende el comportamiento del flujo del aire alrededor de diferentes formas geométricas y de los perfiles aerodinámicos para calcular los coeficientes de levantamiento y arrastre obteniendo los perfiles más eficientes involucrados en la operación de una aeronave.

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Introducción a los Sistemas de Propulsión	1.1. Atmosfera Estándar 1.2. Clasificación de MCI 1.3. Flujo compresible y ondas de choque 1.4. Lubricantes y combustibles de uso aeronáutico
2	Motor de Combustión Interna Alternativo	2.1. Descripción técnica y funcional 2.2. Cálculo de potencias 2.3 Rendimientos y curvas de caracterización
3	Motor de Combustión Interna Rotativo Turborreactor y Turbofan	3.1. Descripción técnica y funcional 3.2. Cálculo de empuje 3.3 Rendimientos y curvas de caracterización
4	Motor de Combustión Interna Rotativo Turbohélice y Turbo eje	4.1. Descripción técnica y funcional 4.2. Cálculo de empuje basado en hélices y rotores 4.3 Rendimientos y curvas de caracterización

7. Actividades de aprendizaje de los temas

1. Introducción a los Sistemas de Propulsión	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Relaciona las características de la atmosfera estándar con los diversos tipos de sistemas propulsivos de uso aeronáutico. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción, análisis y 	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar y clasificar motores de uso aeronáutico utilizando motores disponibles en el laboratorio de máquinas térmicas por inspección visual. • Expone y justifica la aplicación de combustibles y lubricantes de un sistema propulsivo asignado

<p>síntesis.</p> <ul style="list-style-type: none"> Habilidad para buscar, procesar y analizar información procedente de diversas fuentes. Capacidad de trabajo en equipo. Habilidad para trabajar en forma autónoma. Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. Capacidad crítica y autocrítica. 	
<p>2. Motor de Combustión Interna Alternativo</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> Analiza el rendimiento de motores de combustión interna alternativo de uso aeronáutico para determinar su potencia de acuerdo al aprovechamiento de la energía que le proporciona el combustible. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Capacidad de abstracción, análisis y síntesis. Habilidad para buscar, procesar y analizar información procedente de diversas fuentes. Capacidad de trabajo en equipo. Habilidad para trabajar en forma autónoma. Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. Capacidad crítica y autocrítica. 	<ul style="list-style-type: none"> Utilizar las tablas de rendimiento de un motor de combustión interna de uso aeronáutico para compararlo con los cálculos realizados. Analizar y determinar los factores que intervienen en el rendimiento de los motores de combustión interna de uso aeronáutico mediante la simulación de cambio de valores de dichos factores en discusiones por equipos de trabajo. Calcula las características de potencia requeridas para la propulsión de una aeronave mediante el uso de fórmulas y tablas. Realizar prácticas de relación de instrumentos en cabina de aeronave.
<p>3. Motor de Combustión Interna Rotativo Turborreactor y Turbofan</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> Explica el propósito de los componentes y sistemas de un motor rotativo de uso aeronáutico tipo Turborreactor y Turbofan para su posterior análisis en un sistema de propulsión. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Capacidad de abstracción, análisis y síntesis. Habilidad para buscar, procesar y analizar información procedente de diversas fuentes. Capacidad de trabajo en equipo. 	<ul style="list-style-type: none"> Mediante diagramas y esquemas los estudiantes determinarán el tipo de sistemas y los componentes de un motor rotativo de uso aeronáutico. Evalúa el desempeño y funcionamiento en el banco de pruebas de motor turborreactor y compara sus resultados con los cálculos de empuje a través del análisis de los planos termodinámicos de dicho motor Realizar prácticas de relación de instrumentos en cabina de aeronave.

<ul style="list-style-type: none"> Habilidad para trabajar en forma autónoma. Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. Capacidad crítica y autocrítica. 	
4. Motor de Combustión Interna Rotativo Turbohélice y Turbo eje	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> Explica el propósito de los componentes y sistemas de un motor rotativo de uso aeronáutico tipo Turbohélice y Turboeje para su posterior análisis en un sistema de propulsión. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Capacidad de abstracción, análisis y síntesis. Habilidad para buscar, procesar y analizar información procedente de diversas fuentes. Capacidad de trabajo en equipo. Habilidad para trabajar en forma autónoma. Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. Capacidad crítica y autocrítica. 	<ul style="list-style-type: none"> Mediante diagramas y esquemas los estudiantes determinarán el tipo de sistemas y los componentes de un motor rotativo de uso aeronáutico. Simular el desempeño y funcionamiento de un motor turbohélice y Turboeje comparando los resultados con los cálculos de empuje a través del análisis de los planos termodinámicos de dicho motor Realizar prácticas de relación de instrumentos en cabina de aeronave.

8. Práctica(s)

<ul style="list-style-type: none"> Prácticas de laboratorio relacionadas a puesta en marcha de un motor alternativo, operación normal, fallas y corte de motor Identifica las características operativas de los sistemas de propulsión de las aeronaves en un motor en el hangar de algún taller aeronáutico.

9. Proyecto de asignatura

<p>El objetivo del proyecto que planteé el docente que imparta esta asignatura, es demostrar el desarrollo y alcance de la(s) competencia(s) de la asignatura, considerando las siguientes fases:</p> <ul style="list-style-type: none"> Fundamentación: marco referencial (teórico, conceptual, contextual, legal) en el cual se fundamenta el proyecto de acuerdo con un diagnóstico realizado, mismo que permite a los estudiantes lograr la comprensión de la realidad o situación objeto de estudio para definir un proceso de intervención o hacer el diseño de un modelo. Planeación: con base en el diagnóstico en esta fase se realiza el diseño del proyecto por parte de los estudiantes con asesoría del docente; implica planificar un proceso: de intervención empresarial, social o comunitario, el diseño de un modelo, entre otros, según el tipo de proyecto, las actividades a realizar los recursos requeridos y el cronograma de trabajo. Ejecución: consiste en el desarrollo de la planeación del proyecto realizada por parte de los estudiantes con asesoría del docente, es decir en la intervención (social, empresarial), o construcción del modelo propuesto según el tipo de proyecto, es la fase de mayor duración



que implica el desempeño de las competencias genéricas y específicas a desarrollar.

- **Evaluación:** es la fase final que aplica un juicio de valor en el contexto laboral-profesión, social e investigativo, ésta se debe realizar a través del reconocimiento de logros y aspectos a mejorar se estará promoviendo el concepto de “evaluación para la mejora continua”, la metacognición, el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes.
- Proyecto final de simulación de operación de un sistema de propulsión de aeronave.

10. Evaluación por competencias

- Instrumentos y herramientas sugeridas para evaluar las actividades de aprendizaje:
- Identificar los componentes de los sistemas de propulsión de las aeronaves, elaborando reportes de prácticas.
- Determinar las características operativas y de rendimiento de los diferentes sistemas de propulsión de las aeronaves, con un portafolio de evidencias de memoria de cálculo que demuestre la eficiencia de los sistemas de propulsión de aeronaves.
- Reporte de visita a cabina, al laboratorio y taller aeronáutico que describa sus experiencias y conclusiones referentes a los sistemas de propulsión de las aeronaves.

11. Fuentes de información

- Bathie William “Fundamentos de turbina de gas” Limusa, México, 2007
- Cohen H.;Rogers G.F.C.;Saravanamuttoo H.I.H “Teoría de las turbinas de gas” Marcombo, España, 2003.
- Cuesta Álvarez M. “Motores de reacción” teoría y operación de vuelo Paraninfo, España,
- Cuesta Álvarez M. “Vuelo con motor alternativo” Paraninfo España.
- Obert Edward F.; Motores de Combustión Interna Análisis y Aplicaciones; Quinta impresión en español; Edit. C.E.C.S.A.; México.
- Dante Giacosa; Motores Endotérmicos; tercera edición; Edit. Científico-Médica; Barcelona; 1970;
- Bent. Ralph D., McKinley James L; Aircraft Powerplants.
- Michael J. Kroes, Thomas W. Wild; Aircraft Powerplants; Séptima Edición; Edit. Mc Graw-Hill; U.S.A.
- Casamassa Jack V., Bent Ralph D.; Power Systems; Tercera Edición; Edit. MC-Graw Hill; USA.