

1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Materiales Aeronáuticos
Clave de la asignatura:	AOF-1315
SATCA¹:	3-2-5
Carrera:	Ingeniería Aeronáutica

2. Presentación

Caracterización de la asignatura

Esta asignatura aporta al perfil del Ingeniero Aeronáutico la capacidad de conocer, seleccionar y emplear los materiales aeronáuticos adecuados para la fabricación, control y mantenimiento de elementos y estructuras aeronáuticas a partir del conocimiento de las propiedades y microestructura, fomentando el desarrollo de las siguientes competencias.

Conoce y aplica las normas y especificaciones nacionales e internacionales relacionadas con las materias primas, productos terminados, así como los materiales residuales generados.

Elabora, interpreta y comunica en forma oral, escrita y gráfica, los informes, propuestas, análisis y resultados de ingeniería con eficiencia y eficacia. Formar parte de grupos multidisciplinarios en proyectos integrales con una actitud que fortalezca el trabajo en equipo, ejerciendo diversos roles contribuyendo con su capacidad profesional al éxito. Comunicarse con eficacia en su desempeño profesional en su propio idioma y en otro idioma extranjero.

La integración de esta asignatura se basa en el hecho de que los materiales aeronáuticos constituyen una parte fundamental de los materiales empleados en nuestra sociedad y están presentes en situaciones de comunicación y transporte que requieran estabilidad estructural considerable, por lo que las propiedades mecánicas son el principal interés de estos materiales. Además, no hay que olvidar temas de interés como la manufactura de materiales aeronáuticos, así como los mecanismos de deterioro de los materiales y protección contra el deterioro.

La asignatura de Materiales Aeronáuticos, ubicada en el cuarto semestre de la carrera de Ingeniería Aeronáutica, surge del análisis del diseño e innovación curricular para la formación y desarrollo de competencias profesionales de la misma carrera del SNIT en noviembre de 2012. Por otra parte, esta asignatura es correlativa de la asignatura de Ingeniería de Materiales, la cual se encuentra ubicada en el segundo semestre de dicha carrera. Asimismo, Materiales Aeronáuticos aporta las bases para las asignaturas de nivel superior de Diseño de Elementos Mecánicos en Aeronáutica, Manufactura Avanzada y Sistemas de Propulsión en el sentido de materiales.

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

Intención didáctica

La presente asignatura se encuentra dividida en seis temas. En el primer tema se aborda la clasificación de los materiales aeronáuticos, en el segundo tema se estudian las propiedades y aplicación de estos materiales, el tercer tema trata sobre la selección de aleaciones, mientras que el cuarto tema comprende la manufactura de las mismas. En el quinto tema se estudia la evaluación de la calidad e integridad de estos materiales mediante ensayos no destructivos. Finalmente, el tema seis comprende los mecanismos de degradación y métodos de protección contra el deterioro. El papel del docente es de vital importancia en el sentido de que debe facilitar la interpretación y análisis del conocimiento.

Tema 1. Clasificación de los materiales aeronáuticos

Este tema comprende una clasificación general, así como la obtención de materiales aeronáuticos tales como los composites, polímeros, cerámicos y aleaciones metálicas, los cuales se mezclan como matriz y reforzante para formar los materiales compuestos. Se estudian los diferentes tipos de cerámicos y polímeros tales como la alúmina, resina epoxica y poliamida. Además, se abordan temas de la estructura química y física de los polímeros y cerámicos. Lo anterior es para comprender la interrelación entre la estructura y propiedades en estos materiales.

Tema 2. Propiedades de los materiales aeronáuticos

En este tema se estudian las propiedades físicas, mecánicas, térmicas y magnéticas de los materiales aeronáuticos, así como las propiedades químicas para determinar el comportamiento bajo los procesos químicos tales como la oxidación, corrosión o degradación. Conocer la información e interpretación de los ensayos de tensión y dureza con el objetivo de establecer comparaciones y clasificaciones entre los materiales aeronáuticos.

Estudiar el comportamiento eléctrico de estos materiales de interés aeronáutico bajo la acción de un campo eléctrico exterior aplicado para entender su naturaleza. Introducir y discutir la relación entre la composición, estructura y propiedades de estos materiales y su importancia en los procesos tecnológicos tanto de obtención como de aprovechamiento óptimo de los mismos. Además, conocer los efectos que tiene la temperatura sobre las propiedades mencionadas.

Tema 3. Manufactura de materiales aeronáuticos.

En este tema se abordan los diferentes procesos de fabricación de los composites, cerámicos, polímeros y metales, considerando los parámetros, etapas y criterios de cada proceso específico.

Tema 4. Normatividad y selección de materiales aeronáuticos.

En este tema se considera la importancia de realizar una correcta selección de estos materiales para algún fin específico, por lo que se ilustran algunos métodos y criterios utilizados en la selección de materiales, desde convencionales, gráficos o con ayuda de software. Estos métodos serán analizados y aplicados en la selección de materiales aeronáuticos más utilizados. Además, se estudia la normatividad aplicable a los materiales compuestos, cerámicos, polímeros y metales.

Tema 5. Ensayos no destructivos

Se abordan los diferentes ensayos no destructivos cuyo objetivo es no afectar, sin sacar de servicio o cortar los elementos y estructuras aeronáuticas. Con estos ensayos se detectan las posibles indicaciones de las discontinuidades superficiales (método de líquidos penetrantes), sub-superficiales (técnicas de partículas magnéticas y corrientes Eddy) e internas a través del espesor (método de ultrasonido y rayos X), tales como grietas, porosidades, marcas de maquinado, rugosidad excesiva, traslapes, impurezas no-metálicas, escoria atrapada, poros internos, falta de fusión de soldadura, etc. Lo anterior, es para evaluar y asegurar la calidad e integridad de las estructuras aeronáuticas.

Tema 6. Mecanismos de deterioro y protección de los materiales

Los mecanismos de pérdida de propiedades son importantes para conocer, dominar y prevenir el deterioro de los materiales aeronáuticos. De los mecanismos se tiene la corrosión bajo esfuerzo que destruye las aleaciones causando enormes pérdidas económicas en el mundo. La fatiga favorece la fractura en las estructuras sujetas a cargas cíclicas con valores cercanos a la resistencia a la fluencia y nucleación de grietas superficiales. El envejecimiento afecta las propiedades mecánicas y microestructura bajo condiciones de servicio de temperatura moderada y tiempo prolongado por años. La radiación solar y ultravioleta degrada a los polímeros afectando su apariencia física y propiedades químicas.

Después de conocer los diferentes tipos de deterioro, el siguiente paso es determinar las causas por las cuales fallan los materiales aeronáuticos en campo o servicio, mediante un análisis de falla del componente.

Una vez entendido lo anterior, se procede a estudiar los métodos y técnicas de prevención tales como la protección catódica, recubrimientos poliméricos y recubrimientos superficiales en estos materiales para minimizar los efectos de los mecanismos de deterioro mencionados.

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,	Reunión Nacional De Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería Aeronáutica

	León, Chihuahua, San Luis Potosi, IPN, UNAQ,UANL,	
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: Superiores de Ecatepec, Tijuana, Matamoros, IPN	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.

4. Competencias a desarrollar

Competencias específicas de la asignatura
<ul style="list-style-type: none"> • Identifica la clasificación y normatividad de los materiales compósitos, cerámicos, polímeros y metales en función de su microestructura, propiedades mecánicas y condición de tratamiento térmico para la selección de los mismos. • Comprueba y analiza fenómenos y problemáticas de fallas de estos materiales en función de los mecanismos y factores que los deterioran para prevenir fallas no previstas.

5. Competencias previas

<ul style="list-style-type: none"> • Identifique las diversas estructuras en los materiales aeronáuticos para utilizarlos en los componentes de las aeronaves. • Aplica el conocimiento de las propiedades físicas, químicas y mecánicas de los materiales aeronáuticos para seleccionarlos en forma óptima. • Utiliza los diversos tipos de tratamientos térmicos aplicados a los materiales para mejorar sus propiedades.
--

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Clasificación de los materiales aeronáuticos	1.1. Materiales compuestos 1.1.1. Matriz polimérica, cerámica, metálica 1.1.2. Materiales reforzantes: fibras de carbono, fibra de vidrio, grafito y fibra Kevlar, carburos, nitruros, boruros y óxidos. 1.1.3. Morfología del material reforzante: fibra, partícula, aguja y nano-partícula 1.1.4. Resina epoxica / fibra de vidrio, poliamida / fibra de vidrio y resina epoxica / grafito. 1.2. Cerámicos estructurales, refractarios, electrónicos, magnéticos y aislantes 1.3. Polímeros: termofijos, termoplásticos y elastómeros
2	Propiedades de materiales aeronáuticos	2.1. Propiedades físicas y químicas 2.2. Propiedades mecánicas: tensión, compresión y dureza 2.3. Propiedades térmicas 2.4. Propiedades eléctricas
3	Manufactura de materiales aeronáuticos	3.1. Materiales compuestos 3.2. Cerámicos 3.3. Polímeros 3.4. Aleaciones metálicas
4	Normatividad y selección de materiales aeronáuticos	4.1. Normas y criterios para la selección de polímeros, cerámicos, materiales compuestos y aleaciones metálicas 4.2. Problemas de selección de Materiales.
5	Ensayos no destructivos	6.1. Método de líquidos penetrantes 6.2. Técnica de partículas magnéticas 6.3. Técnica de corrientes Eddy 6.4. Método de ultrasonido 6.5. Rayos X
6	Mecanismos de deterioro y protección de los materiales	7.1. Oxidación y corrosión 7.2. Fatiga 7.3. Envejecimiento natural 7.4. Radiación 7.5. Análisis de falla 7.6. Protección catódica 7.7. Recubrimientos poliméricos 7.8. Recubrimientos superficiales

-

7. Actividades de aprendizaje de los temas

Tema 1: Clasificación de los materiales aeronáuticos	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica: Reconoce e identifica la clasificación de los materiales aeronáuticos para su aplicación.</p> <p>Genérica: Fomenta actividades grupales que propicien la comunicación, intercambio argumentado de ideas, análisis de la información, aporten sugerencias y preguntas al profesor para su proceso de formación.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar investigación bibliográfica sobre la clasificación e importancia de los materiales aeronáuticos en la industria afín. • Comprender los componentes y combinaciones de materiales para formar los composites. • Investigar por equipos la morfología del material reforzante. • Investigar tres materiales compuestos. • Documentar los diferentes tipos de cerámicos y polímeros. • Comprender la interrelación entre la estructura y propiedades en estos materiales.
Tema 2: Propiedades de materiales aeronáuticos	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica: Reconoce las propiedades físicas, mecánicas, eléctricas, químicas y térmicas de los materiales aeronáuticos para su selección adecuada.</p> <p>Genérica: Capacidad de análisis, síntesis y comunicación de argumentos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Definir correctamente los conceptos de propiedades físicas, químicas, mecánicas, eléctricas y térmicas de los materiales aeronáuticos. • Realizar ensayos sobre las propiedades físicas presentadas por estos materiales. • Ejecutar prácticas de laboratorio para identificar, evaluar y comparar las propiedades mecánicas de distintos materiales. • Redactar reporte de práctica.
Tema 3: Manufactura de materiales aeronáuticos	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica: Identifica los principales procesos de manufactura de los materiales aeronáuticos para su aplicación industrial.</p> <p>Genérica: Comunicación escrita y oral en lengua nativa.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar una investigación por equipo sobre los diversos procesos de fabricación de materiales composites, cerámicos y polímeros, y discutir en grupo los resultados. • Realizar visita industrial afín • Redactar reportes técnicos.

Tema 4: Normatividad y selección de materiales aeronáuticos	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica: Utiliza los diversos métodos en la selección de materiales aeronáuticos para su empleo.</p> <p>Genérica: Fomenta actividades grupales que propicien la comunicación, intercambio y discusión de ideas, y aporte de sugerencias para análisis de la información.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar por equipo, discutir y exponer en clase, los métodos más utilizados para la selección de materiales. • Buscar tablas de propiedades mecánicas de estos materiales para ver sus diferencias. • Documentar la normatividad internacional aplicable a los materiales compuestos, cerámicos, polímeros y metales. • Resolver problemas de selección de materiales.
Tema 5: Ensayos no destructivos	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica: Reconoce los principios físicos, químicos y magnéticos de las técnicas no destructivas para la evaluación de integridad y calidad de aleaciones aeronáuticas.</p> <p>Genérica: Propicia el uso de nuevas tecnologías en el desarrollo de los contenidos de la asignatura para la inspección de materiales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar investigación bibliográfica de los ensayos no destructivos como líquidos penetrantes, partículas magnéticas, corrientes Eddy y ultrasonido. • Identificar las ventajas y limitaciones los métodos no destructivos. • Conocer las diferentes indicaciones resultado de la aplicación de ensayos no destructivos y correlacionarlas con las posibles discontinuidades o defectos generados. • Encontrar las diferencias entre los diversos métodos no destructivos en función del tipo y localización de indicación.
Tema 6: Mecanismos de deterioro y protección de los materiales	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica: Identifica los principales mecanismos de degradación y métodos de protección contra el deterioro en los materiales para evitar fallas en servicio.</p> <p>Genérica: Trabajo y comunicación en equipo para</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar investigación y presentación de los mecanismos de degradación y técnicas de protección contra el deterioro de los materiales aeronáuticos. • Realizar prácticas de laboratorio utilizando técnicas no destructivas en los materiales. • Redactar reporte de práctica.

<p>identificar el deterioro de los materiales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar un banco de imágenes alusivas a los mecanismos de degradación (corrosión, fatiga, envejecimiento) y métodos de protección (recubrimientos poliméricos, superficiales y protección catódica) contra el deterioro de materiales. • Comprender un análisis de falla de componente aeronáutico
--	--

8. Prácticas

<ul style="list-style-type: none"> • Ensayo de tensión en materiales aeronáuticos • Pruebas de dureza en materiales composites, cerámicos, polímeros y aleaciones metálicas • Análisis microestructural con microscopia electrónico de materiales aeronáuticos • Análisis de falla de componentes aeronáuticos • Generación de banco de imágenes de mecanismos de degradación en materiales
--

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.

10. Evaluación por competencias

La evaluación debe ser formativa y continua por lo que se debe considerar el desempeño en cada una de las actividades de aprendizaje. Los instrumentos y herramientas sugeridas para evaluar las actividades de aprendizaje son:

Investigación documental de artículos científicos mediante reporte

Elaboración de informes y reportes de prácticas mediante portafolio de evidencias

Trabajo en equipo a través de mapa conceptual

Participación en clase y en el laboratorio mediante lista de cotejo

11. Fuentes de información

1. ASM Handbook; (1998); *Nondestructive Evaluation and Quality Control*; Volume 17; 9th edition; ASM International; USA.
2. Shackelford J.F. (2005); *Ciencia de materiales para ingenieros*. Ed. Prentice Hall Hispanoamericana; México.
3. Askeland D. (2004); *Ciencia e ingeniería de los materiales*. Ed. grupo editorial Iberoamericana; México.
4. Avner S.H. (1988); *Introducción a la metalurgia física*. 2^a Ed. McGraw-Hill; México.
5. Chandler H. (2010); *Heat treater's guide: practices and procedures for irons and steels*; 2nd Ed.; ASM International, USA.
6. ASTM E 3; (2001); *Standard guide for preparation of metallographic specimens*. ASTM International, USA.
7. ASTM E 384; (2005); *Standard test method for microindentation hardness of materials*. ASTM International, USA.
8. ASTM E8M; (2004) *Standard Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials*. ASTM International, USA.
9. ASTM E23M; (2006); *Standard Test Methods for Notched Bar Impact Testing of Metallic Materials*; ASTM International; USA.
10. Van Vlack, L.H. *Tecnología de materiales*. Ed. Representaciones y servicios de Ingeniería.
11. V. B. John. *Conocimientos de materiales en ingeniería*. Ed. Gustavo Gill, S. A.
12. Guliaev. *Metalografía*. Moscú. Ed Mir.
13. Fliin R.A. Trojan P.K. *Materiales de ingeniería y sus aplicaciones*. Ed. Mc Graw Hill, México.
15. Thornton P.A. Colangelo V.J. *Ciencia de Materiales para Ingeniería*. Ed. Prentice - Hall Hispanoamericana.