



### 1. Datos Generales de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura:</b>	Estructuras Aeronáuticas
<b>Clave de la asignatura:</b>	AOF-1309
<b>SATCA<sup>1</sup>:</b>	3-2-5
<b>Carrera:</b>	Ingeniería Aeronáutica

### 2. Presentación

<b>Caracterización de la asignatura</b>
La asignatura aporta al perfil del egresado los siguientes atributos: <ul style="list-style-type: none"> <li>Identifica, formula y resuelve problemas complejos de ingeniería aeronáutica mediante el conocimiento del funcionamiento de sistemas, componentes y diversas partes que conforman las aeronaves y el uso de legislaciones, regulaciones y normas nacionales e internacionales vigentes para mantener las condiciones de aeronavegabilidad.</li> <li>Diseña y desarrolla sistemas, partes, componentes y procesos aplicados en la industria aeronáutica, mediante el uso de herramientas matemáticas, físicas, experimentales y computacionales cumpliendo con las regulaciones de calidad vigentes.</li> <li>Reconoce la necesidad permanente de educación continua para evaluar, integrar y aplicar los conocimientos adquiridos en el ámbito aeronáutico.</li> </ul>
<b>Intención didáctica</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>El temario está organizado en cinco temas que agrupan los contenidos de la asignatura, abordando los conceptos involucrados en el cálculo de componentes, elementos estructurales y ensambles.</li> <li>En el tema uno aprende a reconocer, ubicar y calcular diferentes tipos de estructuras presentes en las aeronaves.</li> <li>Por medio de la teoría de pared delgada calcula diversos componentes presentes en la estructura de la aeronave</li> <li>Aplicando la teoría de vigas de pared delgada entiende las cargas aplicadas y sus efectos en las estructuras de aeronaves.</li> <li>Mediante el uso de las teorías matemáticas precedentes se proyecta el diseño de elementos estructurales del ala.</li> <li>Al desarrollar la teoría matemática de los fenómenos de aeroelasticidad el alumno entenderá su importancia en el diseño y cálculo de la estructura de la aeronave.</li> </ul>

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

<sup>1</sup> Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos



	Coacalco, Superior de Chalco, Superior de Matamoros, León, Chihuahua, San Luís 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, 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.
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, del 4 al 7 de diciembre de 2018	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Estudios Superiores de Ecatepec, de Tijuana, Superior de Irapuato, de Veracruz, de Boca del Rio, 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

Analiza, calcula y diseña los componentes estructurales y ensambles de las estructuras de aeronaves aplicando las herramientas matemáticas desarrolladas en mecánica de materiales y materiales aeronáuticos.

#### 5. Competencias previas

- Analiza los fenómenos relacionados con la Estática y la Dinámica para comprender los efectos sobre las estructuras de las aeronaves;
- Aplica la mecánica de los materiales para diseñar y construir estructuras capaces de soportar las fuerzas que afectan a las aeronaves.
- Aplica dibujo electromecánico para modelar estructuras y simular su funcionamiento,
- Analiza y calcula las fuerzas aerodinámicas que afectan las estructuras de aeronaves.
- Aplica las legislaciones y regulaciones vigentes a la industria aeronáutica.

## 6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Introducción a las Estructuras Aeronáuticas	1.1 Tipos de Estructuras de Aeronaves 1.1.1 Armadura. 1.1.2 Coque. 1.1.2 Monocoque. 1.1.3 Semi monocoque. 1.1.4 Estructuras Primarias y Secundarias. 1.1.5 Ubicación zonal por sistema BS-WL-BL. 1.2 Cargas Generales en la Aeronave 1.3 Métodos de solución para Estructuras
2	Teoría de estructuras de pared delgada	2.1 Deformaciones y esfuerzos en pared delgada 2.2 Modelado matemático de la pared delgada 2.3 Métodos de solución para la ecuación biarmónica no homogénea
3	Vigas de pared delgada	3.1. Flujo de esfuerzo en pared delgada 3.2. Inestabilidad en pared delgada 3.3. Teoría de análisis de esfuerzos en el ala 3.4. Cargas y esfuerzos en costillas 3.5. Análisis de casos especiales de problemas estructurales del ala
4	Introducción al diseño estructural del ala	4.1. Diseño estructural de la piel 4.2. Diseño estructural de stringers. 4.3. Diseño estructural de la viga principal y trasera 4.4. Diseño estructural de costillas
5	Introducción a la Aeroelasticidad	5.1 Aeroelasticidad en el Ala 5.2 Tipos de Cargas 5.3 Fundamentos de Flutter

## 7. Actividades de aprendizaje de los temas

<b>1. Introducción a las Estructuras Aeronáuticas.</b>	
<b>Competencias</b>	<b>Actividades de aprendizaje</b>
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Identifica los diferentes elementos estructurales y tipos de estructuras de las, así como las cargas que resisten y los métodos de resolución que se sugieren para su cálculo.</li> </ul> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas.</li> <li>Trabajo en equipo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar en manuales y planos de construcción del fabricante los diferentes elementos estructurales de las aeronaves.</li> <li>Mapa conceptual de cargas aeronáuticas en estructuras aeronáuticas.</li> <li>Resolución de problemas de estructuras complejas.</li> </ul>
<b>2. Teoría de estructuras de pared delgada.</b>	
<b>Competencias</b>	<b>Actividades de aprendizaje</b>
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Desarrolla y calcula los elementos estructurales de pared delgada utilizados en aeronaves.</li> </ul> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cálculo de deformaciones y esfuerzos en elementos de pared delgada.</li> <li>Modelado matemático de los problemas de pared delgada.</li> </ul>
<b>3. Vigas de pared delgada.</b>	
<b>Competencias</b>	<b>Actividades de aprendizaje</b>
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Desarrolla y calcula las vigas de pared delgada utilizadas en aeronaves.</li> </ul> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Conocimientos básicos de la carrera</li> <li>Habilidades para el manejo de la computadora.</li> <li>Solución de problemas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cálculo de Costillas.</li> <li>Cálculo de Cargas y Esfuerzos en vigas de pared delgada.</li> <li>Simulación CAE de vigas de pared delgada.</li> </ul>
<b>4. Introducción al diseño estructural del ala.</b>	
<b>Competencias</b>	<b>Actividades de aprendizaje</b>
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Diseña la estructura de alas de las aeronaves.</li> </ul> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Capacidad de análisis y síntesis</li> <li>Habilidad para buscar, procesar y Conocimientos básicos de la carrera</li> <li>Habilidades para el manejo de la computadora.</li> <li>Solución de problemas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diseño de un "Wingbox"</li> <li>Simulación de un "Wingbox"</li> </ul>
<b>5. Introducción a la Aeroelasticidad.</b>	
<b>Competencias</b>	<b>Actividades de aprendizaje</b>
<p>Específica(s):</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificación de los diferentes tipos de cargas en el ala.</li> </ul>



<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprende los fenómenos de aeroelasticidad y flutter en las estructuras de las aeronaves.</li> </ul> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de análisis y síntesis</li> <li>• Habilidad para buscar, procesar y Conocimientos básicos de la carrera</li> <li>• Habilidades para el manejo de la computadora.</li> <li>• Solución de problemas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Simulación de flutter en un ala.</li> <li>• Análisis de flutter.</li> </ul>
--	--

### 8. Práctica(s)

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificación de estructuras de Aeronaves.</li> <li>• Diseño y construcción de estructuras simples</li> <li>• Cálculo y simulación de estructuras en CAD-CAE</li> <li>• Proyectos en laboratorios conjunto CAE-Aeronáutico</li> <li>• Diseño y construcción de una estructura ligera que pueda cargar el mayor peso posible en relación con el peso de la estructura. Ej. "Winbox".</li> </ul>
--

### 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"> <li>• <b>Fundamentación:</b> 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.</li> <li>• <b>Planeación:</b> 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.</li> <li>• <b>Ejecución:</b> 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.</li> <li>• <b>Evaluación:</b> 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.</li> </ul> <p>Ej. Diseño, cálculo, construcción y simulación de un elemento estructural "Wingbox".</p>
--



## 10. Evaluación por competencias

Son las técnicas, instrumentos y herramientas sugeridas para constatar los desempeños académicos de las actividades de aprendizaje.

La evaluación de la asignatura se hará con base en el siguiente desempeño del alumno:

- Informe escrito.
- Reportes de prácticas.
- Exámenes escritos.
- Exposición y memoria de cálculo del Proyecto de Asignatura.
- Reporte de visitas.
- Mapas conceptuales.
- Solución de ejercicios prácticos.
- Reporte de trabajo de investigación.

## 11. Fuentes de información

- Analysis and design of flight vehicle structures, E. F. Bruhn, Jacobs Publishing, Inc.
- Aircraft structures for engineering students, T. H. G. Megson, Butterworth Heinemann
- Mechanics of Aircraft Structures, C. T. Sun, John Wiley & Sons.
- Airframe structural design, Michael Chun-Yung Niu, Conmilit press ltd.
- Structural Repair Manuals, Información Complementaria.
- Aircraft design: A conceptual approach, Daniel P. Raymer, AIAA.