

1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	CAE Aplicado a la Aeronáutica
Clave de la asignatura:	AOC-1305
SATCA¹:	2-2-4
Carrera:	Ingeniería Aeronáutica

2. Presentación

Caracterización de la asignatura
<p>La asignatura aporta las bases teóricas del método del elemento finito para su aplicación en el análisis y cálculo de esfuerzos y deformaciones en elementos que integran un sistema aeronáutico bajo cargas estáticas, dinámicas, térmicas y aerodinámicas. La comprensión de los conceptos permite al estudiante el uso eficiente del software de ingeniería asistida por computadora (CAE) y a partir de los resultados computacionales; definir y seleccionar formas, dimensiones y materiales de componentes o sistemas aeronáuticos.</p>
Intención didáctica
<p>La asignatura consta de seis temas que permiten al estudiante interpretar los resultados computacionales de software de ingeniería asistida por computadora (CAE).</p> <p>En el tema uno se introduce al concepto y fundamentos matemáticos del método del elemento finito.</p> <p>En el tema dos se desarrollan métodos a elementos y estructuras sometidos a cargas estáticas puntuales y distribuidas. A partir de este tema es necesario el uso de software CAE.</p> <p>En el tema tres el estudiante utiliza las herramientas de un software CAE para el análisis de vibraciones y sus efectos sobre el sistema así como sobre los materiales.</p> <p>En el tema cuatro se aplican las herramientas computacionales para analizar a partir de la teoría esfuerzo deformación el comportamiento de los materiales al ser expuestos a diferentes tipos de flujo, en este tema se aborda el fenómeno de sustentación y arrastre.</p> <p>El tema cinco corresponde a la aplicación del CAE en el análisis de fenómenos relacionados con la transferencia de calor y sus efectos en sistemas aeronáuticos.</p> <p>Se sugiere el uso de materiales audiovisuales y el uso del laboratorio de termofluidos.</p>

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: Superiores de Ecatepec	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. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
<ul style="list-style-type: none"> • Aplica los fundamentos de la teoría de elementos finitos en cálculo de esfuerzos y deformaciones en elementos y estructuras aeronáuticas. • Maneja las herramientas de un software CAE para el análisis de elementos y sistemas aerodinámicos y es capaz de modificar formas, dimensiones y materiales.

--

5. Competencias previas

- Maneja equipo de cómputo y software CAD.
- Conoce los fundamentos de mecánica de fluidos y termodinámica.
- Conoce los fundamentos de transferencia de calor.
- Conoce las características microscópicas y macroscópicas de los materiales usados en ingeniería aeronáutica.
- Maneja diferentes instrumentos de medición.
- Conoce los procesos de fabricación usados en la aeronáutica.

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Bases elemento finito	1.1 Mallado. 1.2 Sujeciones. 1.3 Cargas.
2	Simulación y análisis estático	2.1 Esfuerzo y deformación por cargas puntuales. 2.2 Esfuerzo y deformaciones por cargas distribuidas. 2.3 Esfuerzos combinados. 2.4 Análisis de estructuras.
3	Simulación y análisis dinámico	3.1 Análisis de vibraciones. 3.2 Análisis de vibración forzada en sistemas con parámetros distribuidos. 3.3 Análisis de vibración forzada en sistemas con parámetros concentrados. 3.4 Análisis de vibración Forzada en sistemas con parámetros concentrados. 3.5 Análisis de fatiga.
4	Simulación de flujo.	4.1 Flujo interno. 4.1.1 Fluidos gas-gas. 4.1.2 Fluidos gas-sólido. 4.1.3 Fluidos gas-líquido. 4.2 Flujo externo. 4.2.1 Fluidos gas-gas. 4.2.2 Fluidos gas-sólido. 4.2.3 Fluidos gas-líquido. 4.3 Recipientes a presión.
5	Simulación transferencia de calor.	5.1 Sistemas de conducción. 5.2 Sistemas de convección.

		<p>5.3 Sistemas de radiación. 5.4 Combinación conducción- convección- radiación.</p>
--	--	--

7. Actividades de aprendizaje de los temas

1. Bases elemento finito.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aplica los fundamentos del método de elementos finitos para la interpretación de los resultados del software. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conocimientos del área de estudio y la profesión • Habilidad en el uso de las tecnologías de la información y comunicación • Conocimiento de una segunda lengua • Capacidad de trabajo en equipo • Habilidad para trabajar en forma autónoma 	<ul style="list-style-type: none"> • Proponer problemas básicos de estática y compara los resultados de la solución analítica con los obtenidos por el método de elemento finito. • Plantear problemas estáticamente indeterminados • Analizar la solución numérica de problemas mediante el empleo del método de elementos finitos. • Relacionar los principales problemas de estática y mecánica de materiales con el método del elemento finito para la solución numérica de problemas en ingeniería aeronáutica, destacando la necesidad del empleo de herramientas computacionales.
2. Simulación y análisis estático.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aplica las herramientas de software CAE al análisis de elementos bajo cargas estáticas, concentradas y distribuidas para la interpretación de los resultados. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conocimientos del área de estudio y la profesión • Habilidad en el uso de las 	<ul style="list-style-type: none"> • Relacionarse con el ambiente de trabajo de un software CAE mediante la revisión de manuales y tutoriales. • Localizar y manejar las herramientas básicas de un software CAE. • Emplear un software CAE para el cálculo de fuerzas de reacción, deformación y esfuerzos en elementos mecánicos individuales, sometido a cargas concentradas y

<p>tecnologías de la información y comunicación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento de una segunda lengua • Capacidad de trabajo en equipo • Habilidad para trabajar en forma autónoma 	<p>distribuidas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Proponer diversos materiales y observar sus efectos y obtener conclusiones. • Emplear un software CAE para el cálculo de fuerzas de reacción, deformación y esfuerzos en elementos mecánicos individuales, modificando formas y dimensiones. • Analizar los efectos de cambio de formas y dimensiones y obtener conclusiones. • Emplear un software CAE para el cálculo de esfuerzos y deformaciones en estructuras. Analizar los efectos de cambio de materiales, formas y dimensiones. Obtener conclusiones.
<p>3. Simulación y análisis dinámico.</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aplica las herramientas de software CAE al análisis de elementos sometidos a vibraciones, para ver los resultados. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conocimientos del área de estudio y la profesión • Habilidad en el uso de las tecnologías de la información y comunicación • Conocimiento de una segunda lengua • Capacidad de trabajo en equipo • Habilidad para trabajar en forma autónoma 	<ul style="list-style-type: none"> • Localizar y manejar las herramientas básicas de un software CAE para el análisis de vibraciones. • Emplear un software CAE para el cálculo de frecuencias y amplitudes en elementos mecánicos individuales, sometidos a una carga dinámica de frecuencia constante, analizar los resultados. Proponer diversos materiales y dimensiones y observar sus efectos en la magnitud de los esfuerzos que se generan. • Analizar este caso variando la frecuencia hasta provocar resonancia y elaborar conclusiones. • Emplear un software CAE para el cálculo de frecuencias y amplitudes en estructuras aeronáuticas, sometidas a cargas dinámicas de frecuencia variable, analizar los resultados. Proponer diversos

	<p>materiales y dimensiones y observar sus efectos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analizar casos variando la frecuencia hasta provocar resonancia y elaborar conclusiones.
4. Simulación de flujo.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aplica las herramientas de software CAE al análisis de fluidos internos y externos para la interpretación de los resultados del software. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conocimientos del área de estudio y la profesión • Habilidad en el uso de las tecnologías de la información y comunicación • Capacidad para tomar decisiones • Conocimiento de una segunda lengua • Capacidad de trabajo en equipo • Habilidad para trabajar en forma autónoma 	<ul style="list-style-type: none"> • Localizar las herramientas básicas de un software CAE para el análisis de fluidos en condiciones internas (controladas) y en condiciones externas (no controladas). • Usar las herramientas de software CAE para resolver problemas que involucran la interacción en condiciones controladas de: <ul style="list-style-type: none"> ○ gas-gas. ○ gas-sólido. ○ gas-líquido. • Proponer cambios en las propiedades físicas de los fluidos y las características geométricas de los sólidos que interactúan y analizar sus efectos. Obtener conclusiones. • Usar las herramientas de software CAE para resolver problemas que involucran la interacción en condiciones no controladas de: <ul style="list-style-type: none"> ○ gas-gas. ○ gas-sólido. ○ gas-líquido. • Proponer cambios en las propiedades físicas de los fluidos y las características geométricas de los sólidos que interactúan y analizar sus efectos. Obtener conclusiones.
5. Simulación transferencia de calor.	

<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aplica las herramientas de software CAE al análisis de transferencia de calor en elementos y sistemas aeronáuticos para interpretar los resultados del software. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conocimientos del área de estudio y la profesión • Habilidad en el uso de las tecnologías de la información y comunicación • Capacidad para tomar decisiones • Conocimiento de una segunda lengua • Capacidad de trabajo en equipo • Habilidad para trabajar en forma autónoma 	<ul style="list-style-type: none"> • Localizar las herramientas básicas de un software CAE para el análisis térmico. • Usar las herramientas de software CAE para analizar y resolver problemas de ingeniería aeronáutica que involucran el fenómeno de transferencia de calor por convección, radiación y convección combinada con radiación. • Proponer cambios en las propiedades físicas de los fluidos y sólidos que interactúan y analizar sus efectos en el fenómeno en estudio. Elaborar conclusiones. • Proponer cambios en las geometrías y dimensiones de los elementos sólidos involucrados en el fenómeno térmico y analizar su efecto. Elaborar conclusiones.
--	---

8. Práctica(s)

<ul style="list-style-type: none"> • Introducción al ambiente CAE. • Localización y manejo de las herramientas CAE para análisis estático. • Cálculo de esfuerzos y deformaciones en elementos individuales sometidos a cargas puntuales y distribuidas. • Cálculo de esfuerzos y deformaciones en estructuras aeronáuticas sometidos a cargas puntuales y distribuidas. • Herramientas del software CAE para la elaboración de Informes. • Localización y manejo herramientas del software CAE para análisis de vibraciones. • Cálculo de frecuencias y amplitudes en sistemas aeronáuticos sometidos a vibraciones. • Cálculo de esfuerzos en elementos de sistemas aeronáuticos sometidos a vibraciones. • Análisis del fenómeno de resonancia en sistemas aeronáuticos. • Localización y manejo herramientas del software CAE para análisis de fluidos. • Aplicación de las herramientas del CAE en el cálculo de velocidades en perfiles aerodinámicos. • Aplicación de las herramientas del CAE en el cálculo de fuerzas de sustentación y arrastre.
--

- Análisis de recipientes a presión.
- Localización y manejo herramientas del software CAE para análisis térmico.
- Aplicación de las herramientas del CAE en el cálculo de temperaturas en elementos aeronáuticos.
- Aplicación de las herramientas del CAE en el cálculo de esfuerzos térmicos en sistemas aeronáuticos.

9. Proyecto de asignatura

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:

- **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 continua y formativa por lo que se debe considerar el desempeño en cada una de las actividades de aprendizaje, haciendo especial énfasis en:

- Reportes escritos de las observaciones hechas durante las actividades, así como de las conclusiones obtenidas de dichas observaciones.

- Información obtenida durante las investigaciones solicitadas plasmada en documentos escritos.
- Evaluación escrita para comprobar el manejo de aspectos teóricos y declarativos.
- Reporte de prácticas realizadas en software CAE.

Portafolio de evidencias
Rubricas
Cuestionarios

11. Fuentes de información

1. Bathe K. J. (1996), *Finite Element Procedures*, Ed. Prentice-Hall.
2. Zienkiewicz O. C., Taylor R. L., (1996), *The Finite Element Method Vol. 1, The Basis*, Ed. Butterworth-Heinemann.
3. Zienkiewicz O. C., Taylor R. L., (2000), *The Finite Element Method. Vol. 2 Solid Mechanics*.Ed. Butterworth-Heinemann.
4. Chappelle D., Bathe K. J., (2003), *The Finite Element Analysis of Shells – Fundamentals*, Ed. Springer.
5. Rubio, G.C, (2010). *Método del elemento finito fundamentos y aplicaciones*. Ed. Autor-Editor
6. Oñate E. (1992). *Cálculo de estructuras por el método de los elementos Finitos*. Barcelona. Ed. C.I.M.N.E.
7. Gómez, S. (2012). *El gran libro de solidworks*. Ed. Alfaomega.
8. Gómez, S. (2010). *Solid Works simulation*. Ed. Alfaomega.
9. Gutierrez, O.R., Viñado E. L., Pascual, A.E. (2010), *Solid Edge ST Tradicional y Sincrono*. Ed. RA-MA.
10. Unigraphics Solution Inc. (2001). *Introducción a Solid Edge Manual de Usuario*
11. Leire G. O. (2010), *Manual práctico de solid edge ST2*. Ed. Servicios Informáticos DAT.
12. Vázquez A. J.A. (2012), *Análisis y diseño de piezas con CATIA V5*. Ed. Alfaomega.