

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA



PROGRAMA ANALÍTICO FIME

Nombre de la unidad de aprendizaje: Materiales Compuestos II

Frecuencia semanal: 3 hrs.

Horas presenciales: 42 hrs. Horas de trabajo extra-aula: 42 hrs.

Modalidad: Presencial

Período académico: Semestral

Unidad de aprendizaje: () obligatoria (X) optativa Área curricular, según el nivel educativo: Licenciatura

() Formación básica profesional (X) Formación profesional

() Formación general Universitaria () Libre elección

Créditos UANL: 3

Fecha de elaboración: 10/Octubre/2016 Fecha de la última actualización: 10/Octubre/2016

Responsables del diseño: M.C. David Alejandro Contreras Garza

Dra. María de Jesús de la Garza Galván

Presentación:

Esta unidad de aprendizaje se divide en 6 temas: introducción a las propiedades mecánicas de materiales compuestos, micromecánica de materiales compuestos, ley de Hooke generalizada, transformación de matrices y teoría de los laminados, criterios de falla, uso de software de elementos finitos. Todo esto usando software matemático y de elementos finitos para poder resolver un proyecto integrador.

Revisión: 3

Propósito:

En esta unidad de aprendizaje el estudiante desarrollará la habilidad de calcular la factibilidad mecánica del uso de un material compuesto, obtendrá herramientas para calcular deformación y esfuerzo, utilizará criterios de falla, realizará simulación mediante software de elementos finitos y usará diferentes materiales dentro del laminado con el fin de usar esta información para diseñar tanto el laminado como el componente de manera analítica.

Competencias del perfil de egreso:

a. Competencias de la Formación General Universitaria a las que contribuye esta unidad de aprendizaje: Esta unidad de aprendizaje contribuye al desarrollo de las siguientes competencias generales:

Competencias instrumentales:

- Utilizar los lenguajes lógico, formal, matemático, icónico, verbal y no verbal de acuerdo a su etapa de vida, para comprender, interpretar y
 expresar ideas, sentimiento, teorías y corrientes de pensamiento con un enfoque ecuménico.
- Manejar las tecnologías de la información y la comunicación como herramienta para el acceso a la información y su transformación en conocimiento, así como para el aprendizaje y trabajo colaborativo con técnicas de vanguardia que le permitan su participación constructiva en la sociedad.
- Dominar su lengua materna en forma oral y escrita con corrección, relevancia, oportunidad y ética adaptando su mensaje a la situación o contexto, para la transmisión de ideas y hallazgos científicos.
- Emplear pensamiento lógico, crítico, creativo y propositivos para analizar fenómenos naturales y sociales que le permitan tomar decisiones pertinentes en su ámbito de influencia con responsabilidad social.
- Utilizar los métodos y técnicas de investigación tradicionales y de vanguardia para el desarrollo de su trabajo académico, el ejercicio de su profesión y la generación de conocimientos.

Revisión: 3

Competencias personales y de interacción social

• Practicar los valores promovidos por la UANL: verdad, equidad, honestidad, libertad, solidaridad, respeto a la vida y a los demás, respeto a la naturaleza, integridad, ética profesional, justicia y responsabilidad, en su ámbito personal y profesional para contribuir a construir una

sociedad sostenible.

Competencias integradoras

Construir propuestas innovadoras basadas en la comprensión holística de la realidad para contribuir a superar los retos del ambiente global

interdependiente.

Asumir el liderazgo comprometido con las necesidades sociales y profesionales para promover el cambio social pertinente.

b. Competencias específicas del perfil de egreso a las que contribuye la unidad de aprendizaje:

Analizar las partes de un dispositivo, equipo, sistema o proceso, estableciendo las relaciones que guardan entre sí, que le permita documentar la

información obtenida en forma estructurada, ordenada y coherente, incluyendo conclusiones propias.

Generar modelos de lenguaje matemático que describan el comportamiento de un sistema, fenómeno o proceso, mediante el planteamiento de

hipótesis, que le permita validarlos por métodos analíticos o herramientas computacionales.

Resolver problemas de ingeniería seleccionando la metodología apropiada, aplicando modelos establecidos, basados en las ciencias básicas,

verificando los resultados obtenidos con un método analítico o con el apoyo de una herramienta tecnológica, de forma que la solución sea

pertinente y viable, cumpliendo con estándares de calidad y políticas de seguridad.

Innovar en el diseño de componentes y sistemas de aeronaves utilizando conocimientos de Ingeniería, aplicando las normativas, trabajando en

grupos multidisciplinarios con alto sentido de la responsabilidad y conciencia de los valores humanos a través del desarrollo de tecnología y productos seguros, ecológicos y económicamente sustentables que permitan incrementar la ventaja competitiva de la industria aeroespacial

nacional en el mercado global.

Revisión: 3

Representación gráfica

Se explicará la derivación de las ecuaciones de regla de Utilizar los lenguajes lógico, formal, matemático, Calcular propiedades mecánicas de materiales compuestos icónico, verbal y no verbal de acuerdo a su etapa de las mezclas para cálculo de propiedades en las mediante el uso de la homogeneidad equivalente y uso de la diferentes direcciones del laminado. vida, para comprender, interpretar y expresar ideas, regla de las mezclas para comprender los diferentes factores Se resolverán las ecuaciones por medio de software sentimiento, teorías y corrientes de pensamiento que afectan en la resistencia de un material compuesto. matemático y se solicitará al alumno que realice su con un enfoque ecuménico. propio código matemático. Manejar las tecnologías de la información y la Aplicar software de elementos finitos para un cálculo Se verán ejemplos en clase usando software de comunicación como herramienta para el acceso a la estructural en el rango estático lineal de un material elementos finitos de un cálculo estructural en el rango información y su transformación en conocimiento, así como para el aprendizaje y trabajo colaborativo compuesto. estático lineal de un material compuesto. Se interpretarán los resultados y se realizará una con técnicas de vanguardia que le permitan su comparativa con software matemático. participación constructiva en la sociedad. Dominar su lengua materna en forma oral y escrita Interpretar la ley de Hooke generalizada por medio del uso Se explicará el cálculo tensorial aplicado en la ley de Instrumentales de tensores de esfuerzo y deformación unitaria para con corrección, relevancia, oportunidad y ética Hooke para comprender el significado de cada variable aplicarlo en materiales isotrópicos, ortotrópicos, adaptando su mensaje a la situación o contexto, del tensor de esfuerzo y deformación, además de las para la transmisión de ideas y hallazgos científicos. transversalmente isotrópicos matrices de rigidez y flexibilidad. Se demostrará con el uso de software matemático la Competencia forma de generar la matriz de rigidez y flexibilidad y se Emplear pensamiento lógico, crítico, creativo y solicitará al alumno la matriz de rigidez y flexibilidad propositivos para analizar fenómenos naturales y de la Unidad para diferentes tipos de materiales vistos en clase y sociales que le permitan tomar decisiones otros casos a ser investigados por el alumno. pertinentes en su ámbito de influencia con de responsabilidad social. Se explicará la definición de las propiedades mecánicas Identificar las diferentes propiedades mecánicas de un y su importancia en materiales compuestos. **Aprendizaje** material compuesto que apoyen al cálculo mecánico. Utilizar los métodos y técnicas de investigación Se resolverán ejercicios de cálculo de propiedades tradicionales y de vanguardia para el desarrollo de mecánicas de materiales compuestos. su trabajo académico, el ejercicio de su profesión y la generación de conocimientos. Se realizarán cálculos en clase de criterios de falla Emplear la matriz de transformación mediante software usando software matemático. matemático para orientar la matriz de rigidez y flexibilidad. Se explicará el uso de condicionales y gráficas de usando Practicar los valores promovidos por la UANL: código matemático. verdad, equidad, honestidad, libertad, solidaridad, Personales y de respeto a la vida y a los demás, respeto a la Se realizarán cálculos de transformación de matrices en naturaleza, integridad, ética profesional, justicia y Interacción Social Aplicar los criterios de falla de materiales compuestos para clase usando software matemático. responsabilidad, en su ámbito personal y demostrar numéricamente la falla de un material Se utilizarán las matrices transformadas para obtener la profesional para contribuir a construir una sociedad compuesto. ecuación constitutiva de laminados. Se explicará el uso de software matemático para ciclos iterativos y solución de sistemas lineales. Asumir el liderazgo comprometido con las necesidades sociales y profesionales para promover el cambio social pertinente. Integradoras Construir propuestas innovadoras basadas en la comprensión holística de la realidad para contribuir a superar los retos del ambiente global

Revisión: 3

Unidad temática 1: Introducción a las propiedades mecánicas de materiales compuestos **Competencias particulares:**

Identificar las diferentes propiedades mecánicas de un material compuesto, tales como módulo de Young, relación de Poisson, etc., mediante el estudio de las propiedades mecánicas de los componentes individuales, para realizar el cálculo de resistencia mecánica de un laminado.

Elementos de Competencia	Evidencias de aprendizaje	Criterios de desempeño	Actividades de aprendizaje	Contenidos	Recursos
Identificar las diferentes propiedades mecánicas de un material compuesto que apoyen al cálculo mecánico.	Tarea 1: Problemas de cálculo de propiedades mecánicas de un material compuesto.	-Presentación -Resultados correctos -Tiempo de entrega	Se explicará la definición de las propiedades mecánicas y su importancia en materiales compuestos. Se resolverán ejercicios de cálculo de propiedades mecánicas de materiales compuestos.	-Definición de materiales compuestos -Definición de las escalas micromecánica, macromecánica y análisis estructural -Propiedades mecánicas básicas -Conceptos matemáticos (álgebra, álgebra lineal y código de matlab) -Introducción al análisis de elemento finito mediante software matemático	-Salón de clases -Pintarrón -Computadora -Proyector -Pantalla -Fuentes digitales de consulta

Revisión: 3

Unidad temática 2: Micromecánica de materiales compuestos

Competencias particulares:

Calcular propiedades mecánicas de materiales compuestos mediante el uso de la homogeneidad equivalente y uso de la regla de las mezclas para comprender los diferentes factores que afectan en la resistencia de un material compuesto.

Elementos de Competencia	Evidencias de aprendizaje	Criterios de desempeño	Actividades de aprendizaje	Contenidos	Recursos
Calcular	Tarea 1:	-Presentación	Se explicará la derivación de	-Homogeneidad	-Salón de clases
propiedades	Problemas de	-Procedimiento	las ecuaciones de regla de las	equivalente	-Pintarrón
mecánicas de	cálculo de	correcto	mezclas para cálculo de	-Orientación de ejes	-Computadora
materiales	propiedades	-Resultados correcto	propiedades en las diferentes	-Regla de las mezclas	-Proyector
compuestos	mecánicas	-Conclusiones	direcciones del laminado.	para cálculo de	-Pantalla
mediante el uso	utilizando la regla	-Tiempo de entrega		densidad y propiedades	-Fuentes digitales de
de la	de las mezclas y		Se resolverán las ecuaciones	mecánicas (módulo de	consulta
homogeneidad	otras ecuaciones.		por medio de software	elasticidad longitudinal	-Software matemático
equivalente y			matemático y se solicitará al	y transversal, módulo	(MATLAB)
uso de la regla de			alumno que realice su propio	cortante, relación de	
las mezclas para			código matemático.	Poisson y esfuerzo a	
comprender los				tensión)	
diferentes				-Ecuaciones de Halpin y	
factores que				Tsai	
afectan en la				-Modelo de Hopkins-	
resistencia de un				Chamis	
material				-Tipos de falla	
compuesto.				-Cálculos algebráicos en	
				software matemático	

Revisión: 3

Unidad temática 3: Ley de Hooke generalizada

Competencias particulares:

Interpretar la ley de Hooke generalizada por medio del uso de tensores de esfuerzo y deformación unitaria para aplicarlo en materiales isotrópicos, ortotrópicos, transversalmente isotrópicos.

Elementos de Competencia	Evidencias de aprendizaje	Criterios de desempeño	Actividades de aprendizaje	Contenidos	Recursos
Interpretar la ley	Tarea 2:	-Presentación	Se explicará el cálculo	-Tensor de esfuerzos y	-Salón de clases
de Hooke	Cálculos de	-Procedimiento	tensorial aplicado en la ley	deformaciones	-Pintarrón
generalizada por	matrices de	correcto en software	de Hooke para comprender	-Deformación unitaria	-Computadora
medio del uso de	rigidez y	matemático	el significado de cada	cortante	-Proyector
tensores de	flexibilidad para	-Resultados correcto	variable del tensor de	-Ley de Hooke	-Pantalla
esfuerzo y	materiales	-Conclusiones	esfuerzo y deformación,	generalizada	-Fuentes digitales de
deformación	isotrópicos,	-Tiempo de entrega	además de las matrices de	-Matrices de rigidez y	consulta
unitaria para	ortotrópicos y		rigidez y flexibilidad.	flexibilidad de	-Software matemático
aplicarlo en	transversalmente			materiales isotrópicos,	(MATLAB)
materiales	isotrópicos en		Se demostrará con el uso de	ortotrópicos y	
isotrópicos,	estado de		software matemático la	transversalmente	
ortotrópicos,	esfuerzo plano y		forma de generar la matriz	isotrópicos	
transversalmente	deformación		de rigidez y flexibilidad y se	-Cálculo de matrices	
isotrópicos.	plana.		solicitará al alumno la matriz	mediante software	
			de rigidez y flexibilidad para	matemático	
			diferentes tipos de		
			materiales vistos en clase y		
			otros casos a ser		
			investigados por el alumno.		

Revisión: 3

Unidad temática 4: Transformación de matrices y teoría de los laminados **Competencias particulares:**

Emplear la matriz de transformación mediante software matemático para orientar la matriz de rigidez y flexibilidad.

Elementos de Competencia	Evidencias de aprendizaje	Criterios de desempeño	Actividades de aprendizaje	Contenidos	Recursos
Emplear la	Tarea 3:	-Presentación	Se realizarán cálculos de	-Matrices de	-Salón de clases
matriz de	Problemas de	-Procedimiento	transformación de matrices en	Transformación	-Pintarrón
transformación	transformación de	correcto en	clase usando software	-Solución de	-Computadora
mediante	esfuerzos,	software	matemático.	sistemas lineales	-Proyector
software	deformaciones,	matemático		-Teoría de laminados	-Pantalla
matemático para	matrices de	-Resultados	Se utilizarán las matrices	(teoría de Kirchoff)	-Fuentes digitales de
orientar la matriz	rigidez y	correcto	transformadas para obtener la	-Ecuación	consulta
de rigidez y	flexibilidad para	-Conclusiones	ecuación constitutiva de	constitutiva de los	-Software matemático
flexibilidad.	materiales	-Tiempo de entrega	laminados.	laminados	(MATLAB)
	transversalmente			- Cálculo de ecuación	
	isotrópicos		Se explicará el uso de software	constitutiva usando	
	sometidos a		matemático para ciclos	ciclos iterativos	
	esfuerzo plano.		iterativos y solución de	mediante software	
			sistemas lineales.	matemático	
	Tarea 4:				
	Problemas de				
	cálculo de				
	ecuación				
	constitutiva.				

Revisión: 3

Unidad temática 5: Criterios de falla

Competencias particulares:

Aplicar los criterios de falla de materiales compuestos para demostrar numéricamente la falla de un material compuesto.

Elementos de Competencia	Evidencias de aprendizaje	Criterios de desempeño	Actividades de aprendizaje	Contenidos	Recursos
Aplicar los criterios de falla de materiales	Tarea 5: Cálculos de criterio de falla	-Presentación -Procedimiento correcto en	Se realizarán cálculos en clase de criterios de falla usando software matemático.	-Materiales isotrópicos dúctiles -Teoría de esfuerzo	-Salón de clases -Pintarrón -Computadora
compuestos para demostrar numéricamente la falla de un material compuesto.	para un laminado de material compuesto	software matemático -Resultados correctos -Conclusiones -Tiempo de entrega	Se explicará el uso de condicionales y gráficas de usando código matemático.	maximo -Teoría de elongación máxima -Teoría de Tsai-Hill -Teoría de Tsai-Wu	-Proyector -Pantalla -Fuentes digitales de consulta -Software matemático (MATLAB)

Revisión: 3

Unidad temática 6: Método de elementos finitos para laminados

Competencias particulares:

Aplicar software de elementos finitos para un cálculo estructural en el rango estático lineal de un material compuesto.

Elementos de Competencia	Evidencias de aprendizaje	Criterios de desempeño	Actividades de aprendizaje	Contenidos	Recursos
Aplicar software	Tarea 6:	-Presentación	Se verán ejemplos en clase	-Explicación de	-Salón de clases
de elementos	Reportes de	-Procedimiento	usando software de elementos	metodología para	-Pintarrón
finitos para un	análisis de	correcto en	finitos de un cálculo estructural	usar software de	-Computadora
cálculo	elementos finitos	software de	en el rango estático lineal de un	elementos finitos	-Proyector
estructural en el	de cálculos	elementos finitos	material compuesto.	para un cálculo	-Pantalla
rango estático	estructurales en el	-Resultado exacto		estructural en el	-Fuentes digitales de
lineal de un	rango estático	en cada capa	Se interpretarán los resultados	rango estático	consulta
material	lineal de un	-Conclusiones	y se realizará una comparativa	lineal de un	-Software matemático
compuesto.	material	apropiadas para	con software matemático.	material	(MATLAB)
	compuesto	los resultados		compuesto	-Software de elementos
		obtenidos			finitos (ANSYS)
		-Tiempo de			
		entrega			

Revisión: 3

Evaluación integral de procesos y productos (ponderación /evaluación sumativa)

Evidencia	Ponderación
Tarea 1	4 %
Tarea 2	4 %
Tarea 3	4 %
Examen de medio curso	25 %
Tarea 4	4 %
Tarea 5	5 %
Tarea 6	4 %
Examen ordinario	25 %

Producto integrador de aprendizaje:

Producto integrador 25 %

Al finalizar el curso el alumno deberá evaluar si un laminado de material compuesto es adecuado para una determinada aplicación de carga o seleccionar un material adecuado para dicha aplicación de carga, presentando sus resultados a manera de un reporte de análisis de elementos finitos ligado a un cálculo matemático usando software.

Fuentes de apoyo y consulta:

Libro: Composite Materials Autor: Krishan Chawla

Editorial: Springer

Libro: Composite Materials for Aircraft Structures

Autor: Alan A. Baker

Editorial: AIAA

Revisión: 3

Libro: Basic Mechanics of Laminated Composite Plates

Autor: A.T. Nettles

Editorial: NASA

o Tema:

Liga:

Fecha última revisión:

Perfil del docente:

El profesor deberá tener grado mínimo de maestría y/o doctorado en el área de Materiales o ramas afines, que demuestre conocimiento, habilidad y experiencia en métodos numéricos (algebra lineal) para la solución de problemas de ingeniería, fundamentos de mecánica del medio continuo y simulación de elementos finitos.

Ficha bibliográfica del profesor:

El M.C. David Alejandro Contreras Garza es egresado de la carrera de Ingeniero Mecánico Administrador por el ITESM campus Monterrey (2006) y de la Maestría en Ciencias con orientación en Sistemas de Manufactura por el ITESM campus Monterrey (2010). Tiene 8 años de experiencia en la industria realizando actividades de diseño, ingeniería y simulación.

La Dra. María de Jesús de la Garza Galván es egresada de la carrera de Licenciado en Química Industrial por la UANL (2006) y del Doctorado en Química de los Materiales por la Universidad Autónoma de Nuevo León (2013). Actualmente se desempeña como profesora investigadora del área

Revisión: 3

de Aeronáutica de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la UANL, contando con los reconocimientos de Perfil Deseable por el PRODEP y de nivel candidato por el SNI.

Dra. Bárbara Bermúdez Reyes
JEFATURA DE ACADEMIA

Dr. Luis Arturo Reyes Osorio
JEFATURA DE DEPARTAMENTO

Dr. Ulises Matías García Pérez COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN DE AERONÁUTICA Dr. Arnulfo Treviño Cubero SUBDIRECCIÓN ACADÉMICA

Revisión: 3

	CONTROL DE CAMBIOS						
Página	Decía	Dice	Motivo del Cambio	Fecha			

Revisión: 3