

Carrera:	Ingeniería Aeroespacial	Plan:	2023	Nº de orden:	11
Asignatura:	Estructuras Aeroespaciales I			Horas cat./sem.:	4
Departamento:	Ingeniería Aeroespacial			Horas reloj/año:	96
Bloque:	Tecnologías Básicas			Nivel:	2
Área:	Estructuras			RTF	-
Competencias	Genéricas		Específicas		
	CG3-CG10		CE1.2-CE10		
Objetivos					
• Dimensionar eficientemente elementos estructurales isostáticos simples sometidos a solicitaciones de tracción, compresión, flexión y torsión. • Distinguir claramente los conceptos, criterios y particularidades relacionados al dimensionamiento resistencial de las estructuras aeroespaciales. • Realizar experiencias y simulaciones estructurales para corroborar teorías y resultados analíticos.					
Contenidos que se trabajan en la actividad (Mínimo)					
• Principios y Fundamentos de la Estática. • Sistemas de Fuerzas. • Equilibrio de los Cuerpos Rígidos. • Esfuerzos Característicos. • Características Geométricas de las Secciones. • Problemas, Métodos y Principios de la Resistencia de Materiales. • Principios y Fundamentos de los Dimensionamientos Aeroespaciales. • Solicitación Axial. • Torsión. • Flexión (simple, compuesta, oblicua, compuesta oblicua y flexo-torsión). • Conceptos de Pandeo Global y Local. • Trabajo Integrador de Diseño, Análisis, Fabricación y Ensayo de una Estructura.					
Unidades / Módulos					
• PRINCIPIOS Y FUNDAMENTOS de la ESTÁTICA Estatica: definición, lugar dentro de las ciencias físicas, desarrollo histórico. Conceptos fundamentales: alcance de la estática, cantidades básicas, idealizaciones (partícula, cuerpos rígidos, fuerzas concentradas), leyes de Newton, unidades de medición. Cálculos numéricos: homogeneidad dimensional, cifras significativas y redondeos. Ecuaciones fundamentales de la estática. Procedimiento general para resolver un problema en ingeniería. • SISTEMAS de FUERZAS Magnitudes escalares y vectoriales. La fuerza como vector. Operaciones vectoriales: Multiplicación por un escalar, Suma vectorial de fuerzas, Composición y descomposición de fuerzas, Notación escalar y Vectorial cartesiana. Vectores cartesianos: Sistemas coordenados, Componentes, Módulos, Cosenos y ángulos directores, Angulo transversal y azimutal. Vectores unitarios, de posición, dirigidos a lo largo de una línea. Operaciones vectoriales en el plano y en el espacio: Sumas y Productos punto y cruz, propiedades y aplicaciones. Momento de una fuerza formulaciones escalares y vectoriales. Principio de transmisibilidad de una fuerza. Teorema de Varignon. Momento de una fuerza respecto de un eje específico: análisis escalar y vectorial. Cuplas: Formulación escalar y vectorial, Pares equivalentes. Resultante de cuplas, momentos y de fuerzas. Simplificación de sistemas de fuerzas y pares: Fuerzas concurrentes, Fuerzas coplanares, Fuerzas paralelas, Reducción a una llave. Reducción de una carga distribuida. • EQUILIBRIO de los CUERPOS RÍGIDOS Condición de equilibrio de una partícula. Diagrama del cuerpo libre: Resortes, Poleas, Vínculos bidimensionales y tridimensionales, Fuerzas externas e internas. Sistema de ecuaciones escalares y					

vectoriales de equilibrio de una partícula y de un cuerpo en el plano y en el espacio. Equilibrio de cuerpos sometidos a dos y a tres fuerzas. Restricciones redundantes y aparentes.

- **ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS**

Concepto de esfuerzos característicos en un sistema isostáticamente sustentado. Cargas internas desarrolladas en elementos estructurales (momento torsor, momento flector, esfuerzo normal y de corte). Ecuaciones y diagramas de fuerza cortante y de momento flector. Relaciones entre carga distribuida, fuerza cortante y momento flector. Trazado de diagramas de esfuerzos característicos. Estructuras compuestas: Armaduras simples, Hipótesis, Método de los nodos y de las secciones. Elementos de fuerza cero. Armaduras espaciales, Bastidores y maquinas.

- **CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS de las SECCIONES**

Momento estático de una sección. Centro de Gravedad. Momento de Inercia respecto de un eje. Radio de Giro. Momento de Inercia Polar. Productos de Inercia. Translación y Rotación de los ejes de referencia. Ejes Principales de inercia. Ejes conjugados. Secciones compuestas y de pequeño espesor.

- **PROBLEMAS, MÉTODOS y PRINCIPIOS de la RESISTENCIA de MATERIALES**

Objetivos y alcance de la resistencia de materiales. Definiciones (geometrías): barra, placa, bóveda, bloque. Definiciones (materiales): continuo, homogéneo, isótropo, libre de tensiones internas iniciales. Dimensionamiento y Verificación. Principios: Superposición, Saint Venant y Dimensiones Iniciales. Teorías de falla. Procedimiento típico de resolución de un problema de Resistencia de Materiales. Concepto de tensión, deformación y desplazamiento. Definición de los estados triples, dobles y simples de tensiones. Concepto de Elasticidad y Plasticidad. Ley de Hooke. Diagrama tensión-deformación, zonas y puntos característicos, diagramas ideales. Constantes elásticas. Energía potencial de deformación.

- **PRINCIPIOS y FUNDAMENTOS de los DIMENSIONAMIENTOS AEROESPACIALES**

Cargas y Requerimientos: dinámicos, estáticos y cuasi estáticos en vehículos aeroespaciales. Materiales típicos y sus requerimientos. Factores de Seguridad y de Incertidumbre. Cargas: limite, de fluencia, de falla y de diseño. Margen de Seguridad. Dimensionamiento convencional y dimensionamiento aeroespacial. Tabla resumen de análisis estructural. Árbol de Fallas estructurales. Conceptos de análisis, diseño, fabricación, ensayos y optimización de estructuras aeroespaciales.

- **SOLICITACIÓN AXIAL y CORTE PURO**

Tracción y compresión: esfuerzos característicos, hipótesis, tensiones y deformaciones. Estado de tensiones en un punto. Materiales dúctiles o frágiles como función de sus tensiones de falla. Saint Venant en la solicitación axial, concentración de tensiones. Secciones variables e Influencia del peso propio. Barras compuestas de dos materiales. Cargas y deformaciones de origen térmico. Problemas hiperestáticos simples en tracción compresión. Solicitaciones por corte puro. Deformaciones por corte, energía interna de deformación. Teorema de Cauchy.

- **TORSIÓN**

Torsión en una barra de sección transversal circular. Hipótesis. Teoría de Coulomb. Deformaciones en torsión, energía interna de deformación. Falla en un material dúctil y en un material frágil. Dimensionamiento de secciones circulares macizas, circulares huecas, macizas no circulares, cerradas y abiertas de pared delgada. Analogía de la Membrana. Secciones óptimas en torsión, alcance de la formulación. Problemas hiperestáticos simples en torsión.

- **FLEXIÓN (simple, compuesta, oblicua, compuesta oblicua y flexo-torsión)**

Flexión pura en vigas de eje recto. Hipótesis. Concepto de eje neutro. Ecuación fundamental de la flexión. Modulo resistente. Dimensionamiento para momentos aplicados sobre: el eje neutro, los ejes principales, ejes ortogonales arbitrarios. Ecuación del eje neutro. Sección optima en flexión pura, alcance de la formulación. Energía de deformación en flexión simple. Flexión compuesta: distribución de tensiones, ecuación generalizada, núcleo central. Flexión en vigas de dos materiales. Flexotorsión. Tensiones de Corte en Flexión: Formula de Youravsky-Collignon, distribución de tensiones para secciones típicas. Tensiones principales en flexión simple. Energía de deformación por esfuerzo de

corte. Deformaciones en flexión: Hipótesis, Ecuación de la línea elástica. Problemas hiperestáticos simples en flexión.

• **CONCEPTOS DE PANDEO GLOBAL Y LOCAL**

Conceptos de: pandeo global, pandeo local, carga crítica. Equilibrio estable, inestable e indiferente. Pandeo de barras en el campo elástico: Columna de Euler, vínculos, tensión crítica, limitación de la teoría de Euler. Pandeo anelástico y real de barras. Pandeos locales en placas y tubos.

Trabajo Integrador de Diseño, Análisis, Fabricación y Ensayo de una Estructura

El trabajo integrador consistirá en un proyecto académico (hands-on) cuyo objetivo primario es la integración de conceptos, teorías y habilidades adquiridas a lo largo del programa de estudios para abordar el problema planteado de una manera completa y efectiva al cumplimiento de las competencias específicas de la asignatura.

Bibliografía

- Aircraft Structures for Engineering Students, T. Megson, Elsevier, 2021.
- Análisis y Diseño de Vehículos Lanzadores Espaciales, Cerocchi, 2022.
- Analysis & design of flight vehicle structures, E. F. Bruhn, Tri-State Offset Company, 1973.
- Estática, R.C. Hibbeler, Pearson 2021.
- Formulas for Stress and Strain, R. J. Roark, Mc. Graw Hill, 2020.
- General Environmental Verification Standard, GSFC-STD 7000, NASA, 2019.
- Load Analysis of Spacecraft and Payloads, NASA-STD-5002A, NASA, 2019.
- Materials and Processes: for Spacecraft and High Rel. Application, Dunn, Springer, 2016.
- Mecánica de Materiales, R.C. Hibbeler, Pearson 2017.
- Metallic Materials & Elements for Aerospace Vehicle Structures, MIL-HDBK-7, DOD, 2003.
- Método de Diseño Optimo de Estructuras, Ibañez S, Colegio de Ingenieros, 2000.
- Resistencia de Materiales, M. Cervera, CIMNE, 2015.
- Resistencia de Materiales, Timoshenko-Gere, Thompson, 2002.
- Spacecraft Structures, Wijker J., Springer, 2010.
- Structural Analysis, R.C. Hibbeler, Pearson 2018.
- Structural Analysis: With Applications to Aerospace Structures, Bauchau, Springer, 2009.
- Structural Design of Aerospace Structures (Vol. I a III), Giraudbit J., SUP' Aero, 1983.
- Structural factors of safety for spaceflight hardware, ECSS-E-ST-32-10, ESA, 2019.