

Carrera:	Ingeniería Aeroespacial	Plan:	2023	Nº de orden:	47
Asignatura:	Proyecto y Diseño de Estructuras Espaciales			Horas cat./sem.:	3
Departamento:	Ingeniería Aeroespacial			Horas reloj/año:	72
Bloque:	Tecnologías Aplicadas			Nivel:	6
Área:	Estructuras			RTF	-
Competencias	Genéricas		Específicas		
	CG3 – CG10		CE1.2 – CE2 – CE6 – CE10		
Objetivos					
• Aplicar los conocimientos y criterios de diseño estructural adquiridos en la resolución de problemas estructurales típicos espaciales. • Proyectar estructuras y componentes estructurales espaciales típicos en el aspecto estático y dinámico, su validación, verificación y optimización contemplando los procesos de construcción de las estructuras espaciales. • Realizar experiencias y simulaciones estructurales para corroborar teorías y resultados analíticos.					
Contenidos que se trabajan en la actividad (Mínimo)					
• Normas Generales para el Diseño de Estructuras Espaciales. • Requerimientos Internos y Externos. • Materiales para Aplicaciones Espaciales. • Definición de la Configuración. • Criterios de Dimensionamiento. Factores y Márgenes de Seguridad. • Análisis Estático. • Análisis Dinámico. • Verificaciones y Validaciones Estructurales. • Optimización de los Diseños Estructurales. • Proyecto Integrador: Análisis y Diseño de una Estructura Espacial.					
Unidades / Módulos					
• NORMAS GENERALES para el DISEÑO de ESTRUCTURAS ESPACIALES Funciones del Subsistema Estructuras y Mecanismos. Terminología y Definiciones. Clasificación de las Estructuras. El Proceso Integral para el Desarrollo de los Sistema Mecánicos Espaciales. Reglas de Diseño Estructural. Bases de datos de las Normas Espaciales: ESA. NASA. Normas Militares. Estructura Organizativa de las Normas de la ESA. Lecciones Aprendidas de NASA. Principales Reglas de Diseño y Ensayos: Reglas de Oro de NASA-GSFC. Principios de Diseño de NASA-JPL. Norma de Verificación Ambiental General (GEVS) de NASA-GSFC. • REQUERIMIENTOS INTERNOS y EXTERNOS Árbol de Requerimientos. Evolución según las Fases del Proyecto. Requerimientos Estructurales desde la Definición de la Misión hasta los Ensayos de Nivel Sistemas. Requerimientos Funcionales Mecánicos. Requerimientos Estructurales definidos por los Sigüientes Factores: Misión, Entornos, Orbita, Calidad, Lanzador, Equipamiento, Subsistemas, Costo y Duración del Proyecto. Interrelación entre las Disciplinas y Secuencia en la Definición de los Requerimientos. • MATERIALES para APLICACIONES ESPACIALES Requerimientos Aplicables a los Materiales Aeroespaciales y Consideraciones para su Selección. Tipos, Propiedades y Aplicaciones de los Materiales Metálicos, Compuestos, Cerámicos, Inteligentes y de Ultima Generación. Corrosión Bajo Tensión, su Impacto en el Diseño y los Ensayos. Outgassing. Isogrid. Paneles Sándwich: Propiedades y Materiales. • DEFINICIÓN de la CONFIGURACIÓN Configuraciones Típicas en Función de la Misión, su Evolución Histórica. Proceso para la Definición de la Configuración. Descripción de los Requerimientos que Impactan en la Configuración: Carga Útil,					

Orbita, Lanzador, Concepto de los Subsistemas, Masas, Consumos Eléctricos, Campos de Visión, Apuntamientos, Restricciones de Montaje. Determinación de las Masas del Equipamiento. Configuración de los Paneles Solares. Definición de la Configuración Adecuada. Distribución de Equipos. Identificación de los Pasos de Carga. Propiedades de Masas de Nivel Sistemas. Evolución de la Configuración durante el Desarrollo de un Proyecto. Casos de Estudio.

- **CRITERIOS de DIMENSIONAMIENTO. FACTORES y MÁRGENES de SEGURIDAD**

Definiciones: Cargas Limite de Vuelo y de Diseño, Cargas de Falla Elástica, Rotura y Pandeo, Tensiones de Norma, Cargas de Vuelo y de Ensayos, Margen de Seguridad, Factores de Seguridad e Incertidumbre, Falla Segura y Vida Segura. Criterios de Dimensionamiento: Cargas Cuasiestáticas y Desacople en Frecuencias. Los Ciclos de Carga Estructural. Como Independizar el Dimensionamiento Estructural de los Diferentes Ciclos de Carga. Determinación de los Factores de Seguridad en función de la Confiabilidad Requerida. Márgenes de Seguridad a Utilizar según el Caso de Cargas. Interpretación del Margen de Seguridad. Elementos Estructurales y sus Modos de Falla. Cuando Diseñar para Falla Segura o para Vida Segura. Falla Segura en Mecanismos y Fijaciones.

- **ANÁLISIS ESTÁTICO y ANÁLISIS DINÁMICO**

Conceptos para el Análisis Estructural. Introducción a las Vibraciones Estructurales. Cargas Cuasiestáticas, Aleatorias, Shock y Vibroacústicas. Curva de Aceleraciones en Función de la Masa. Modelado de Paneles Sándwich: Placa Equivalente, Formulas Dimensionantes. Análisis Dinámico Preliminar. Análisis Preliminar de Tensiones y de Deformaciones Elásticas y Termoelásticas. Análisis mediante Elementos Finitos, Aplicaciones y Validaciones. Cargas: al Inicio del Proyecto, luego del Modelado por Elementos Finitos y luego del Análisis Acoplado con el Vehículo Lanzador.

- **VERIFICACIONES y VALIDACIONES ESTRUCTURALES**

Concepto y Metodología de Verificación y Validación. Como Verificar y Validar cada uno de los Requerimientos Estructurales: Funcionales, Dimensionales, Interfases, Alineamientos, Cargas Quasiestáticas, Cargas Dinámicas. Secuencias Típicas de Análisis y Ensayos. Matriz de Análisis y Ensayos. La Tabla Resumen de las Verificaciones Estructurales.

- **OPTIMIZACIÓN de los DISEÑOS ESTRUCTURALES**

Objetivos y Proceso de Optimización en la Ingeniería Aeroespacial. Solución Óptima y Solución Satisfactoria. Parámetros a Optimizar. Planteo del Sistema de Ecuaciones e Inecuaciones. Obtención de las Soluciones Analíticas y Discretas. El Archivo de Criterio. Selección de la Solución Satisfactoria. Estructuras Sándwich Optimizadas. Ejemplos de Aplicación. Optimización de la Distribución de Equipos. Diseños Térmicamente Estables. Bloqueo Eficiente de la Radiación.

- **PROYECTO INTEGRADOR: ANALISIS y DISEÑO de una ESTRUCTURA ESPACIAL**

En este espacio los estudiantes realizarán un conjunto de tareas asociadas al Análisis y Diseño de una Estructura Espacial trabajando en equipo, para ello deberán documentar todo lo realizado siguiendo los lineamientos utilizados en las industrias y agencias espaciales de primer nivel. Las actividades serán sometidas a una revisión formal típica de los Proyectos Satelitales. El alcance del trabajo de cada cohorte dependerá de la cantidad de alumnos de la misma. Se trabajará en forma incremental, de modo tal que cada trabajo se sustente en lo realizado por las cohortes precedentes y que a su vez servirá como base para el trabajo a ser realizado por la siguiente.

Bibliografía

- Análisis y Diseño de Vehículos Lanzadores Espaciales, Cerocchi, 2022.
- Analysis & design of flight vehicle structures, E. F. Bruhn, Tri-State Offset Company, 1973.
- Dynamic Environmental Criteria Handbook, NASA-HDBK-7005, NASA, 2001.
- Finite Element Analysis for Satellite Structures, Abdelal, Springer, 2012.
- Formulas for Stress and Strain, R. J. Roark, Mc. Graw Hill, 2020.
- Fracture Control Requirements for Spaceflight Hardware, NASA-STD-5019, NASA, 2008.
- General Environmental Verification Standard, GSFC-STD 7000, NASA, 2019.
- Harris' Shock and Vibration Handbook, Piersol A., Mc Graw Hill, 2009.

- Load Analysis of Spacecraft and Payloads, NASA-STD-5002A, NASA, 2019.
- Materials and Processes: for Spacecraft and High Rel. Application, Dunn, Springer, 2016.
- Materials Selection List for Space Hardware Systems, MSFC-HDBK-527, NASA, 1988.
- Mechanical Vibrations in Spacecraft Design, Wijker J., Springer, 2004.
- Mechanisms, ECSS-E-ST-33-01C, ESA, 2019.
- Metallic Materials & Elements for Aerospace Vehicle Structures, MIL-HDBK-7, DOD, 2003.
- Método de Diseño Optimo de Estructuras, Ibañez S, Colegio de Ingenieros, 2000.
- Random Vibrations in Spacecraft Structures Design; Wijker J., Springer, 2009.
- Spacecraft Structures, Wijker J., Springer, 2010.
- 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.