Carrera:	**Ingeniería Aeroespacial**	Plan:	**2023**	Nº de orden:	**40**
Asignatura:	**Mecánica del Vuelo**			Horas cat./sem.:	**4**
Departamento:	**Ingeniería Aeroespacial**			Horas reloj/año:	**96**
Bloque:	**Tecnologías Aplicadas**			Nivel:	**5**
Área:	**Fluidos**			RTF	**-**

Competencias	**Genéricas**	**Específicas**
	CG1 – CG6	CE1.4 – CE6 – CE10

Objetivos

- Evaluar la estabilidad estática y dinámica de las aeronaves.
- Diseñar métodos de estabilización de aeronaves.
- Realizar experiencias y simulaciones para corroborar teorías y resultados analíticos.

Contenidos que se trabajan en la actividad (Mínimo)

- Estabilidad estática longitudinal, lateral y direccional. Mandos fijos y libres. Fuerzas en los comandos. Vuelo acelerado. Gradientes. Maniobras. Límites CG.
- Estabilidad longitudinal y transversal, respuestas características en los tres ejes.
- Proyecto y diseño de controles aerodinámicos en los tres ejes.
- Problemas especiales de estabilidad dinámica en maniobras, casos particulares. Respuestas con coeficientes no lineales.
- Sistemas de estabilidad y amortiguamiento artificial.
- Control y cualidades de vuelo.
- Simulación.
- Trabajo Integrador de Análisis, Diseño y Simulación de la dinámica del vuelo de una aeronave.

Unidades / Módulos

- **UNIDAD Nº1: GENERALIDADES - FUNDAMENTOS - TERNAS DE REFERENCIA.**
  Conceptos de Equilibrio, Estabilidad, y Controlabilidad de Aeronaves. Conceptos de Estabilidad Estática y Dinámica. Ejes de Referencia, Ternas Inerciales, Geodésica, Aerodinámica, y Geométrica. Ecuaciones de Transformación. Fenómenos de Arrastre y Coriolis. Limitaciones. Ángulos de Euler. Concepto de Simetrías Geométrica, Aerodinámica, Inercial y Funcional. Fundamentación del desacople entre modos Longitudinales y Transversales. Condiciones de Rigidez y Flexibilidad. Ejemplos.

- **UNIDAD Nº2: ESTABILIDAD ESTATICA Y CONTROL LONGITUDINAL.**
  Estabilidad Estática Longitudinal a Mandos Fijos, Punto Neutro Mandos Fijos. Control Longitudinal. Efecto Suelo. Potencia del Elevador. Posición más adelantada de CG con y sin efecto Suelo. Requerimientos de Elevador. Libertad del Elevador. Momentos de Charnela. Flotación del Elevador. "Trim Tabs". Variación del Calaje del Elevador. Cola Volante. Configuración Canard. Estabilidad Longitudinal con Mandos Libres, Punto Neutro con Mandos Libres. Márgenes de Estabilidad. Relaciones entre Mandos fijos y libres. Discusiones sobre Límites de Diseño. Rango Útil del CG. Determinación de Puntos Neutros con Mandos Fijos y Libres, mediante Ensayos en Vuelo.

- **UNIDAD Nº3: FUERZAS DE CONTROL LONGITUDINAL SIN POTENCIA**
  Fuerzas en los Comandos durante el Control Longitudinal en Vuelo Recto (Factor de Carga unitario). Su relación con la Estabilidad con Mandos Fijos y Libres. Límites establecidos por Normas. Interpretación Física de la Curva de Fuerzas función de la Velocidad TAS y CAS. Velocidades de Trim. Gradiente de Fuerzas y relación con la Velocidad. Efectos de la Posición del CG. Inversión de Fuerzas. Problemas de Fricción, relación con problemas de Mantenimiento. Dispositivos de control de los Gradientes de Fuerzas para distintas Condiciones de Vuelo. Condiciones de Emergencia. Diseño de Trim Tabs. Velocidades de Trim Máximas y Mínimas. Limitaciones impuestas en la posición del CG - Mach Trim.

- **UNIDAD Nº4: VUELO EN MANIOBRA SIN POTENCIA.**

Definición. Control Longitudinal en Trayectorias no rectilíneas. Maniobras típicas, Cabreo y Picada. Viraje Estacionario y no Estacionario. Generación de Velocidades Angulares "q". Elevador Necesario "por G". Comparación con el Vuelo Recto. Nueva restricción Delantera del CG, Punto de Maniobra con Mandos Fijos. Fuerzas en los comandos "por G". Punto de Maniobra con Mandos Libres. Interpretación Física de ambos Puntos de Maniobra.

- **UNIDAD Nº5: ESTABILIDAD ESTATICA y CONTROL DIRECCIONAL.**
  Generalidades. Conceptos y Diferencias entre Deslizamiento y Guiñada. Estabilidad Estática Direccional con Timón de Dirección Fijo. Calaje de Deriva. Distintas Contribuciones. Control Direccional. Factores que generan distintos requerimientos de Control Direccional, Maniobra de Deslizamiento, Control Direccional con Tracción Asimétrica. Guiñada Adversa, Corrección. Vuelo Coordinado. Estabilidad Direccional con Mandos Libres. "Rudder Lock", su relación con la Inversión de Esfuerzos en el Timón de Dirección. Aleta Dorsal.
- **UNIDAD Nº6: ESTABILIDAD ESTATICA LATERAL, EFECTO DIEDRO Y CONTROL LATERAL.**
  Concepto Físico de la Pseudo Estabilidad Lateral. Efecto Diedro. Influencia de la Flecha e Hipersustentadores. Deslizamiento. Control Lateral. Estimación de la Potencia de Alerones. Deflexión de Alerones necesaria. Amortiguamiento en Rolido. Spoilerones y Flaperones. Esfuerzos en Alerones, Balanceo de Alerones, y Control de los Momentos de Charnela.
- **UNIDAD Nº7: EFECTOS DE LA POTENCIA, TORQUE y TRACCION.**
  Efectos de la Potencia y Cupla de Vuelco los Motores. Tracción por Hélices y Fans. Movimiento del Vector Tracción Sobre el Disco. Componentes de Fuerzas en el Plano del Disco. Efectos Sobre la Estabilidad Estática Longitudinal, Direccional y Lateral. Calaje de la Planta Motriz. Corrección del Factor "P", Hélices y Fans Tractores y Propulsores. Efecto de la Tracción por Reacción, Disposición Tractora y Propulsora. Influencia en la Estabilidad Longitudinal y Direccional.
- **UNIDAD Nº8: DINAMICA LONGITUDINAL.**
  Introducción. Ecuaciones de la Mecánica para el Modo Longitudinal. Aproximaciones. Elaboración de las Ecuaciones del Momento de Charnela (Inerciales y Arrastre Local). Desarrollo de Ecuaciones de Fuerza y Momentos Exteriores. Desarrollo en Serie de Taylor, Relevamiento de las Derivadas Direccionales ("Derivativas"). Evaluación de las Derivadas Direccionales. Solución de las Ecuaciones de Movimientos Para Mandos Fijos y Libres. Discusión del Rango de Validez. Linealidades, Coeficientes Variables y Alinealidades. Ecuación Característica. Modos Temporales Característicos, Influencia de la Compresibilidad. Aproximaciones Particulares. Respuestas del Sistema para Excitaciones Típicas.
- **UNIDAD Nº9: DINÁMICA TRANSVERSAL.**
  Introducción. Ecuaciones de la Mecánica para el Modo Transversal. Aproximaciones. Elaboración de las Ecuaciones del Momento de Charnela (Inerciales y Arrastre Local), para Alerones y Timón de Dirección. Desarrollo de Ecuaciones de Fuerza y Momentos Exteriores. Desarrollo en Serie de Taylor, Relevamiento de las Derivadas Direccionales ("Derivativas"). Evaluación de las Derivadas Direccionales. Solución de las Ecuaciones de Movimientos Para Mandos Fijos y Libres (Casos Alerón Libre, Timón de Dirección Libre y ambos Libres). Discusión del Rango de Validez. Linealidades, Coeficientes Variables y Alinealidades. Ecuación Característica. Modos Temporales Característicos, Discusión. Influencia de la Compresibilidad. Aproximaciones Particulares. Ploteo Paramétrico entre Derivadas Direccionales. Respuestas del Sistema para Excitaciones Típicas, en Rolido y Guiñada.
- **UNIDAD Nº10: PROBLEMAS ESPECIALES EN MANIOBRAS.**
  Descripción de Maniobras Especiales, Tirabuzón, Barrena, Tirabuzón Chato, Loopings, Descripción Física Maniobras Acrobáticas. Inversión de Comandos Por Causas No Aeroelásticas, Modelización Dinámica. Limitaciones a la Inclinación Lateral en Virajes Estacionarios con Potencia Asimétrica.
- **UNIDAD Nº11: EFECTOS DE LA ELASTICIDAD ESTRUCTURAL.**

Introducción a la Influencia de la Elasticidad Estructural en la Estabilidad. Fenómenos Estáticos y Dinámicos. Casos Característicos. Divergencia. Relación con la Aeroelasticidad.

- **UNIDAD Nº12: AMORTIGUAMIENTO ARTIFICIAL.**
  Introducción al Control Automático. Métodos De Estabilización Artificial sobre los Tres Ejes. "Yaw Damper", "Pitch Damper" y "Roll Damper". Requerimientos Ante Problemas de la Estabilidad Longitudinal y Transversal. El Piloto Humano como Parte del Sistema de Control. Comparación de Datos con los Sistemas Numéricos Estándares Disponibles de Simulación Matemática. Sistemas Mecánico Asociados.
- **UNIDAD Nº13: SIMULACIÓN DE VUELO.**
  Introducción. Conceptos Básicos de la Simulación de Vuelo. Problemas que aborda. Necesidad de la Simulación. Métodos de integración numérica de las ecuaciones del vuelo, alternativas al tratamiento clásico de integración simultánea de ecuaciones diferenciales.
- **UNIDAD Nº14: Trabajo Integrador de Análisis, Diseño y Simulación de la dinámica del vuelo de una aeronave.**

Bibliografía

- Airplane Performance Stability and Control, C. Perkins & R. Hage, J. Wiley, Original 1949 y otras ediciones.
- Flight Stability and Automatic Control, McGraw-Hill, 1998.
- Aerodynamics, Aeronautics and Flight Mechanics, B.W. McCormick, J.Wiley, 1995.
- Performance, Stability and Control Of Airplanes, AIAA, B. Pamadi, 2004.
- Modern Flight Dynamics, D. Schmidt, McGraw-Hill, 2012.
- Aircraft Flight Dynamics and Control, Wayne Durham, J. Wiley, 2013.
- Flight Dynamics, Simulation and Control for Rigid and Flexible Aircraft, Ranjan Vepa, CRC, 2015.