

Carrera:	Ingeniería Aeroespacial	Plan:	2023	Nº de orden:	33
Asignatura:	Aerodinámica Teórica			Horas cat./sem.:	5
Departamento:	Ingeniería Aeroespacial			Horas reloj/año:	120
Bloque:	Tecnologías Aplicadas			Nivel:	4
Área:	Fluidos			RTF	-
Competencias	Genéricas		Específicas		
	CG4 – CG7		CE1.3 – CE9		
<b>Objetivos</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicar los fundamentos teóricos necesarios para el cálculo y estimación de fuerzas, coeficientes y parámetros aerodinámicos.</li> <li>• Elaborar las herramientas necesarias para el estudio de la aerodinámica supersónica a partir de los fundamentos físico-matemáticos de la aerodinámica.</li> <li>• Realizar experiencias de laboratorio y simulación para corroborar teorías y resultados analíticos.</li> </ul>					
<b>Contenidos que se trabajan en la actividad (Mínimo)</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flujo de fluidos ideales.</li> <li>• Flujo bidimensional potencial incompresible.</li> <li>• Teoría del ala de alargamiento finito.</li> <li>• Correcciones de Prandtl-Glauert, Laitone y de Kármán-Tsien.</li> <li>• Ecuaciones de movimiento para el flujo tridimensional compresible.</li> <li>• Flujo potencial linealizado compresible.</li> <li>• Método de las características.</li> <li>• Perfiles y alas supersónicas.</li> </ul>					
<b>Unidades / Módulos</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>UNIDAD 1: FLUJO DE UN FLUIDO IDEAL INCOMPRESIBLE.</b> Propiedades generales. Ecuaciones que rigen el movimiento de un fluido ideal incompresible. Ecuación de Euler. Integrales de movimiento. Teorema de Crocco. Movimiento estacionario. Movimiento irrotacional. Potencial de velocidades. Ecuación de Laplace para el potencial de velocidades. Funciones armónicas. Singularidades en el flujo potencial. Fuente, Sumidero, Doblete, Vórtice. Ecuación de Poisson. Fuerzas sobre objetos inmersos en el fluido en movimiento.</li> <li>• <b>UNIDAD 2: FLUIDO IDEAL INCOMPRESIBLE EN FLUJOS CON VORTICIDAD.</b> Líneas de vorticidad. Tubos y filamentos de vorticidad, torbellinos. Leyes básicas del movimiento de vorticidad. Campo de velocidad inducido por un vórtice. Ley de Biot-Savart. Vórtice rectilíneo indefinido. Vórtice de Rankine. Anillo de vorticidad. Calle de vórtices. Equivalencia entre distribución superficial de vórtices y capa de dobletes. Superficie de vorticidad.</li> <li>• <b>UNIDAD 3: FLUIDO IDEAL INCOMPRESIBLE EN FLUJO POTENCIAL BIDIMENSIONAL.</b> Flujo bidimensional irrotacional estacionario. Potencial de velocidad en flujo bidimensional. Función de corriente. Potencial complejo, velocidad compleja. Relación entre potencial y velocidad compleja. Caudal a través de una línea plana. Singularidades del potencial complejo. Fuente, Sumidero. Doblete. Vórtice. Flujos planos elementales. Fuente y Sumidero de igual intensidad. Fuentes de igual intensidad enfrentadas. Flujo debido a una serie de fuentes equidistantes y de igual intensidad a lo largo de un eje. Flujos en esquinas Superposición de flujos elementales. Movimiento uniforme perturbado por un doblete. Flujo uniforme sobre cilindro circular con circulación. Acción aerodinámica sobre un obstáculo plano. Distribución de presiones en un contorno. Fuerza y momento sobre un obstáculo: Primera y segunda fórmula de Blasius-Chaplygin. Fuerza resultante sobre un cilindro con circulación. Ley de Kutta-Joukowski. Momento aerodinámico. Obstáculo cualquiera inmerso en corriente uniforme.</li> <li>• <b>UNIDAD 4: ALA BIDIMENSIONAL EN FLUJO INCOMPRESIBLE.</b></li> </ul>					

Transformación afín y transformación conforme. Aplicación en aerodinámica. Transformación conforme con funciones elementales. Transformación de Joukowski. Acción fluidodinámica sobre un obstáculo cualquiera con circulación en corriente uniforme. Fuerzas y momentos Condición de Kutta. Perfiles Joukowski. Características aerodinámicas. Invariantes. Foco o centro aerodinámico, posición relativa en el perfil. Características aerodinámicas en función de la forma geométrica. Placa plana. Perfil Arco de círculo. Perfil simétrico. Perfil con curvatura y espesor. Efecto del borde de ataque redondeado. Teoría del Perfil Delgado. Distribución de singularidades en línea media. Velocidad sobre el perfil delgado. Distribución de presiones sobre el contorno. Desarrollo en series. Coeficiente de presión Sustentación y Momento Obtención de los coeficientes aerodinámicos. Ángulo de Incidencia óptimo. Desarrollo de perfiles delgados mediante aplicación de métodos numéricos.

- **UNIDAD 5: ALA DE ENVERGADURA FINITA EN FLUJO INCOMPRESIBLE.**

Consideraciones generales. Flujo aerodinámico sobre alas con envergadura finita. Teoría de la línea sustentadora (Prandtl-Lanchester). Distribución de circulación según la envergadura. Estela de vorticidad. Flujo inducido. Sustentación y resistencia inducida. Ala de mínima resistencia. Ecuación fundamental del ala de envergadura finita. Coeficientes aerodinámicos. Influencia de la planta alar y del alargamiento del ala en las características aerodinámicas. Alas de bajo alargamiento. El ala delta. Características aerodinámicas.

- **UNIDAD 6: FLUJO POTENCIAL SUBSÓNICO BIDIMENSIONAL.**

Consideraciones generales. Movimiento estacionario irrotacional. Ecuación del potencial de velocidades en flujo compresible. Linealización de la ecuación del potencial de velocidades. Condiciones de borde o frontera. Coeficiente de presión linealizado en flujo compresible. Reglas de similitud para la teoría de alas en flujo compresible. Flujo bidimensional. Regla de Prandtl-Glauert de semejanza subsónica. Corrección de las características aerodinámicas de perfiles alares en régimen subsónico bajo. Coeficiente de presión crítico. Corrección de las características aerodinámicas de perfiles alares en régimen subsónico alto (Karman-Tsien, Laitone). Determinación del Coeficiente de presión para Mach crítico.

- **UNIDAD 7: CARACTERÍSTICAS AERODINÁMICAS DE ALAS FINITAS EN FLUJO COMPRESIBLE SUBSÓNICO.**

Consideraciones generales. Transformación de Prandtl-Glauert-Göthert. Coeficiente de presión linealizado. Regla de Göthert para alas de alargamiento finito en flujo compresible subsónico. Corrección de las características aerodinámicas alares en flujo compresible. Sustentación, Pendiente de sustentación, Resistencia inducida, Momento de cabeceo. Comparación con resultados experimentales. Alas en flecha. Influencia del ángulo de flecha en los efectos de la compresibilidad. Alas de envergadura finita en flecha. Comparación con resultados experimentales.

- **UNIDAD 8: ALAS TRIDIMENSIONALES EN FLUJO COMPRESIBLE SUPERSÓNICO.**

Características generales del flujo aerodinámico supersónico sobre alas tridimensionales finitas. Bordes de ataque y fuga super y subsónicos. Ecuación del potencial linealizada. Regla de similitud para alas supersónicas. Método del flujo supersónico cónico simétrico. Ala con borde de ataque subsónico. Ala con borde de ataque supersónico. Superposición de efectos. Método de las singularidades en flujo supersónico. Distribución de fuentes para ala simétrica finita con incidencia nula en flujo supersónico. Resistencia del ala delta doble cuña en incidencia nula. Sustentación y resistencia del ala rectangular y ala delta con incidencia no nula.

- **UNIDAD 9: TOBERAS Y DIFUSORES EN FLUJO SUPERSÓNICO.**

Flujo supersónico en conductos bidimensionales. Ecuación de movimiento en el plano hodógrafo. Método de las características. Relación de compatibilidad. Método de cálculo. Puntos interiores y de frontera en el campo de movimiento. Solución mediante ondas débiles finitas. Interacción de ondas. Diseño de toberas bidimensionales para flujo supersónico. Difusor en flujo supersónico.

- **UNIDAD 10: FLUJO SUPERSÓNICO SOBRE CUERPOS CÓNICOS.**

Introducción. Características físicas del flujo supersónico cónico sobre cuerpos de revolución. Formulación cuantitativa (Taylor y Macoll). Resolución numérica.

#### **Bibliografía**

- Principles of Ideal-Fluid Flow, Karamcheti, 1980.
- Low-Speed Aerodynamics, Katz & Plotkin, 2001.
- Fundamentals of Aerodynamics, Anderson, 2016.
- The Dynamics and Thermodynamics of Compressible Fluid Flow, Shapiro, 1954.
- Elements of Gasdynamics, Liepmann & Roshko, 2002.