

# PROGRAMA ANALÍTICO PROYECTO Y DISEÑO AERODINAMICO

N° de Resolución: 044/07 - ANEXO I

Plan: 2003

Bloque: Tecnologías Aplicadas

Área: Integradoras

Nivel: Cuarto

Horas Semanales: 6

Horas Totales: 192

## **UNIDAD 1: DIMENSIONAMIENTO PRELIMINAR DEL AVIÓN**

Distintas Filosofías para el Proyecto y Diseño Aerodinámico de un Avión. Requerimientos Preliminares y orígenes de los mismos. Diseño Preliminar. Elección Preliminar de los Sistemas Propulsivos. Configuración de la Aeronave. Aproximación Inicial a las distintas Superficies de Sustentación y /o Control - Selección y Ubicación. Alas en Régimen Incompresible. Determinación Preliminar de la Superficie Alar. Alargamiento. Definición Preliminar de la Planta Alar. Especificaciones de Diseño. Pesos Característicos. Velocidades Características Preliminares en Rango Incompresible. Conceptos de Estabilidad y Control, Controles Aerodinámicos Determinación preliminar de la configuración del Estabilizador y Control Cabeceo, (Convencional o Canard). Estimación Preliminar de las Superficies Horizontal y Vertical de Estabilización. Ubicación Relativa. Ubicación y definición del número de Dispositivos Motrices Para Régimen Incompresible. Tren de Aterrizaje, Ubicación y tipos. Asientos. Equipos de Confort. Sistemas Eléctricos, Hidráulicos, Neumáticos, de Presurización, de Aire Acondicionado. Dimensionamiento del Fuselaje.

## **UNIDAD 2: ESTIMACIÓN DE PRELIMINAR Y UBICACIÓN DE PESOS**

Estimación de Pesos de Componentes. Estimación Peso Estructural del Fuselaje. Estimación del Peso Estructural de las Alas. Estimación del Peso Estructural de Estabilizadores. Pesos de Sistemas. Pesos de Accesorios. Momentos. Estimación de C.G. de Fuselaje, Alas, Estabilizadores, Motores, Sistemas, Accesorios, Determinación de las Posiciones Relativas de los Distintos Componentes desde el punto de vista de la distribución de Pesos, C.G. Total del Avión.

## **UNIDAD 3: AERODINÁMICA DEL ALA EN FLUJO INCOMPRESIBLE SIMÉTRICO Y ASIMÉTRICO EN ZONA LINEAL Y ALINEAL**

Perfiles. Flujo Bidimensional. Aplicaciones de la Teoría de Modelos. Coeficientes Experimentales. Definiciones y ángulos característicos. Relaciones entre Coeficientes. Polares de Eiffel y Lilienthal. Criterios de Selección de Perfiles. Centro Aerodinámico. Justificación de su Existencia. Teoría de la Línea Sustentadora de Prandtl. Aplicaciones de la Línea Sustentadora de Prandtl. Ala Elíptica sin Alabeos. Determinación del Ángulo de Ataque Inducido. Coeficiente Tridimensional de Sustentación. Coeficiente tridimensional de Resistencia Inducida. Distribución a lo largo de la Envergadura. Alas de Forma Arbitraria. Métodos de Integración de la ecuación de Prandtl. Simetrías, Antisimetrías y Asimetrías. Método de Glauert para alas con Asimetría Geométrica, Aerodinámica y Funcional (Generalizado). Estudio de las Simetrías como caso particular. Necesidades de Alabeos Geométrico y Aerodinámico. Limitaciones. Determinación del Ángulo de Ataque Inducido Local. Coeficiente Tridimensional de Sustentación. Coeficiente Tridimensional de Resistencia Inducida - Distribución a lo largo de la Envergadura. Necesidades de Alas con Flecha. Corrección por Flecha moderada. Necesidades de las Asimetrías Alares en las Aeronaves. Justificación y aplicaciones al Proyecto y Diseño. Alas con Asimetrías en la zona Alineal de  $CL=f(\alpha)$ .

Estudio de La Pérdida. Aplicaciones a condiciones de vuelo particulares. Inversión del Efecto de los Alerones por causas no Aeroelásticas. Parámetros Característicos del Ala. Cuerdas Características. Ubicación de los Centros Aerodinámicos de Fuerzas y Momentos. Introducción a su importancia en La Estabilidad y Control.

#### **UNIDAD 4: ALAS EN RÉGIMEN SUBSÓNICO COMPRESIBLE DEBAJO DEL MACH CRÍTICO (ALTO SUBSÓNICO)**

Introducción. Carácter Distintivo de los regímenes Bajo Subsónico, Alto Subsónico, Transónico y Supersónico. Aplicaciones de las Ecuaciones para Flujo Compresible, en términos de la Velocidad del Sonido. Ondas Normales Simples. Ondas de Choque Normales y de Choque Oblicuo. Perfiles Bidimensionales (Pequeñas Perturbaciones). Flujo alrededor de Perfiles. Delgados. Fórmulas de Prandtl-Glauert y Kármán-Tsien. Mach Crítico. Distribución de Presión en Perfiles Delgados. Coeficientes de Sustentación, Resistencia, y de Momentos de Cabeceo Bidimensionales. Alas de Envergadura Finita (Flujo Tridimensional). Circulación en un ala de Envergadura Finita. Placas divisoras de Flujo y efectos equivalentes. Aplicación a Plantas Alares de Formas Arbitrarias. Sustentación, Resistencia, y Momentos Aerodinámicos. Down Wash. Alas en Flecha. Vuelo. Funcionalmente Simétrico y Asimétrico.

#### **UNIDAD 5: ALAS EN RÉGIMEN COMPRESIBLE SUBSONICO SOBRE EL MACH CRÍTICO (INTRODUCCIÓN AL REGIMEN TRANSÓNICO)**

Régimen Transónico. Efectos Fundamentales. Flujo Alrededor de Perfiles Delgados (Alas de Alargamiento infinito). Mach Crítico en la Teoría de Pequeñas Perturbaciones. Distribución de Presiones en Perfiles Delgados. Coeficientes de Sustentación y Resistencia. Alas de Alargamiento Finito.

#### **UNIDAD 6: ALAS EN RÉGIMEN COMPRESIBLE SUPERSÓNICO**

Perfiles Bidimensionales. Perfiles Bidimensionales en Flujo Supersónico. Aproximaciones lineal (Ackeret). Parabólica Bussemann. Consideraciones sobre el orden Cúbico. Momentos y Centros de Presiones. Efecto de Alerones. Flujo Tridimensional. Alas en Flecha muy pronunciadas. Introducción al método de Superficie Sustentadora. Alas Rectangulares. Bordes de Ataque. Líneas de Máximo Espesor y Bordes de Fuga Sub y Supersónicos. Alas Trapezoidales. Planta Alar Delta y Delta Invertida. Alas Diamante. Distribución de Velocidades Inducidas. Down Wash. Variación con el Número de Match.

#### **UNIDAD 7: RESISTENCIAS DE ELEMENTOS NO SUSTENTADORES**

Fuselajes en régimen Bajo Subsónico (Incompresible). Alto Subsónico. Transónico. Régimen Supersónico. Fenómenos de Interferencia. Resistencia de Fricción. Resistencia de Presión - Resistencia de Ondas. Ley de las Áreas. Resistencias de Ruedas, Montantes, Nacelas, etc. Disminución de Resistencia. Teoría de Winglets. Coeficiente de Resistencia Total.

#### **UNIDAD 8: FENÓMENOS DE INTERFERENCIA**

Ala - Fuselaje. Efectos del Up y Down Wash. Ley de las Áreas. Interferencia Fuselaje-Estabilizadores. Cercanía de Nacelas. Ala - Estabilizadores. Nociones y Consideraciones sobre ubicación del Plano Estabilizador. Efectos provocados por el Down Wash. Hélices-Ala. Campo Generado Por las Hélices. Influencia de la Distancia. Efectos de la Hélice en el Estabilizador.

#### **UNIDAD 9: TEORÍA DE HÉLICES Y FANS**

Teoría de la Cantidad de Movimiento (Froude). Tracción a Punto Fijo y bajo Velocidad. Rendimientos. Teoría del Elemento de Pala. Tracción a Punto Fijo y bajo Velocidad. Pasos y ángulos característicos. Pasos fijos y variables. Hélices de Velocidad Constante, su aplicación. Funcionamiento inverso (Paso Reversible). Transparencia. Paso Plato. Estela de Torbellinos (Prop-Wash). Teoría de la Cantidad de Movimiento y del Elemento de Pala combinada (Teoría Mixta). Tracción a Punto Fijo y bajo Velocidad. Pérdidas por las Punteras y Raíz. Potencia Inducida debida a Flujo no Uniforme. Coeficiente de Tracción Tridimensional Medio. Alabeo Aerodinámico y Geométrico de las Palas. Área sólida. Hélice Ideal. Hélices para tracción óptima a Punto Fijo. Polares a Punto Fijo. Carga en el Disco. Carga en la Pala.

Ubicación del Vector Tracción en el Disco. Componentes asociadas ( $N_p$  y  $F_y$ ). Introducción a la Teoría Vorticosa. Representación Vorticosa de la Hélice y la Estela. Teoría Vorticosa del Disco Actuador. Influencia del Número de Palas. Selección del Número de Palas. Molinete. Potencia Inducida. Velocidad Inducida. Estela Turbulenta. Resistencia generada por el Molinete. Hélices y Fans en vuelo d alta velocidad. Efectos de la Comprensibilidad.

#### **UNIDAD 10: SELECCIÓN DE PLANTAS DE PODER - CARACTERÍSTICAS - PERFORMANCES - SELECCIÓN DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LAS PERFORMANCES**

Conceptos Generales de los Sistemas Propulsivos. Conceptos de Ciclos Termodinámicos. Motores Cohete. Estado Reactor (RamJet). Pulso Reactor. Turbo Reactor. Turbo Fans. Etapas y Escalones de Presión y Velocidad Interna. Triángulos de Velocidad Gasodinámicos Internos. Necesidad de Etapas Múltiples. Turbo Propulsores. Turboejes. Motores Alternativos. Sobrealimentación. Reductores. Criterios de Selección. Performances. Pesos. Consumos de Combustible. Difusores de Entrada y Recuperación de Presión. Ecuaciones unidimensionales. Efectos de Separación de la Capa Límite. Procesos de Difusión Supersónica. Toberas de Salida. Efectos Unidimensionales de la Velocidad en el empuje. Reacción en régimen Subsónico y Supersónico. Interacciones entre Toberas de Escape, fuselajes e Hipersustentadores.

#### **UNIDAD 11: HIPERSUSTENTADORES**

Generalidades. Conceptos de la Hipersustentación. Hipersustentación y Resistencia. Hipersustentadores Mecánicos y Neumáticos. Plain Flaps. Split Flaps. Slotted Flaps, simples y multiples. Flaps Externos. Flaps de Borde de Ataque. Control de Capa Límite Pasivos y Activos. Slats. Slots. Spoilers y sus combinaciones con los diversos controles.

#### **UNIDAD 12: PREDICCIÓN DE PERFORMANCES**

Generalidades. Performances. Conceptos. Performances Cualitativas y Cuantitativas. Performances Estacionarias y no Estacionarias. Establecimiento de los Objetivos del Tema. Manuales de Vuelo. Atmósfera Standard y Convenciones. Velocímetros, Altimetros y Variómetros. Conceptos de Altura. Elevación. Altitud. Nivel. Velocidades. Indicada. Corregida. Verdadera. Velocidad Terrestre. Velocidades de Navegación. Velocidades Características. Deriva. Deslizamiento y Corrección de Deriva. Performances Cuantitativas en Régimen Incompresible. Tracción y Potencia Necesarias. Diferencias. Discusión de objetivos. Vuelo Rectilíneo (Simétrico y Asimétrico). Alcance y Autonomía. Puntos de Equilibrio. Efectos del Cambio de Niveles. Potencia y Tracción Disponibles. Polares de Velocidades. Velocidades Máximas y Mínimas. Régimen de Ascenso y Descenso. Ángulo de ascenso y descenso. Techos Teórico y Práctico. Tiempos de Ascenso. Vuelo Sin potencia Pendiente de Planeo. Efectos del Viento. Carrera de Despegue y Aterrizaje. Distancias Características Según las Normas. Criterios de Pistas Balanceadas y no Balanceadas. Performances en Régimen Compresible. Errores de Velocímetro. Calibración de Velocímetro. Velocidades de Impacto. Elevación de Temperatura. Corrección por Nro. de Mach. Pérdidas de Alta Velocidad. Curvas Características. Rincón del Férero (Coffin Corner). Velocidades Límites Adicionales ( $V_{MO}$  -  $M_{MO}$ ). Efecto del Nivel de Vuelo.

#### **UNIDAD 13: ENVOLVENTES DE VUELO**

Trayectorias no rectilíneas. Factores de Carga. Diagrama n-V. Diagramas de Ráfagas. Influencia de las performances del avión en sus características. Influencia en los distintos factores que afectan la seguridad del vuelo.