

PROGRAMA ANALÍTICO INSTRUMENTOS Y MEDICIONES

N° de Resolución: 044/07 - ANEXO I

Plan: 2003

Bloque: Tecnologías Aplicadas

Área: Electrónica y Control

Nivel: Cuarto

Horas Semanales: 3

Horas Totales: 96

Equipo Docente:

Director de Área: Ing. Rondelli, Eduardo

Director de Cátedra: Ing. Caballini, Fernando

Jefe de Trabajos Prácticos: Ing. Mercado, Alberto

Ayudante de Trabajos Prácticos: Ing. Baños, Pablo

Objetivos:

Comprender el funcionamiento, e interpretar las especificaciones de los distintos sensores, medidores y actuadores utilizados en Aeronáutica.

Aplicar los dispositivos electrónicos para la medición y control de magnitudes físicas en procesos aeronáuticos.

Permitir que el alumno adquiera el concepto de medida e instrumento de medición, que pueda notar la diferencia entre el fenómeno que se quiere conocer y la propiedad física (relacionada) que se mide, y entienda los diferentes tipos de errores que afectan las mediciones.

Presentar al alumno una concepción sistémica del instrumento de medida (el instrumento como sistema de medición), con sus partes componentes y diagrama en bloque típico, tal que favorezca el análisis de sistemas complejos de medida.

Lograr que el alumno adquiera un conocimiento somero de la estructura de los sistemas de medición y control automáticos de procesos y accionamientos complejos, así como la inclusión en los mismos de sensores, transductores de instrumentos.

Facilitar que el alumno conozca los principios físicos, características y limitaciones de los distintos tipos de sensores y transductores, sus ámbitos de aplicación y el uso de ellos en los instrumentos, particularmente en el instrumental del avión.

Lograr que el estudiante comprenda los distintos medios de amplificar, procesar y transmitir las señales captadas por los sensores, para su posterior presentación o uso en dispositivos automáticos de cálculo.

Introducir al alumno en la problemática del instrumental de vuelo y su necesidad. Que comprenda las características y limitaciones de los sentidos humanos y los requisitos que ellos plantean (juntamente con las exigencias que el vuelo impone) para el diseño del instrumental y su disposición.

Lograr que el alumno conozca los distintos instrumentos que se utilizan en los aviones y cómo ellos se ajustan a los aspectos estudiados. Lograr que pueda entender qué tipo de instrumento corresponde instalar para cada aspecto a medir, según el tipo de aeronave.

Presentar al alumno los instrumentos correspondientes al grupo motopropulsor, los diferentes tipos según el tipo de motopropulsor de que se trate (alternativo, alterativo con sobrealimentación, turbohélice o reacción pura), así como el porqué de su presencia.

Facilitar que el alumno conozca los distintos sistemas de radioayuda para la navegación. Permitirle fundamentar ese conocimiento en los principios generales de la electrónica y en los de la radiopropagación, el principio de funcionamiento de cada sistema y su ámbito de aplicación (navegación en grandes distancias, navegación de área, de aproximación y de aterrizaje) así como conocer la disposición de sus elementos componentes (antenas, líneas de transmisión, receptores, emisores y dispositivos de indicación).

Introducir al estudiante en la problemática y la razón de ser de la integración de la información presentada al piloto, a fin de facilitar a éste la toma de decisiones con el menor riesgo posible de cometer errores. Lograr que el alumno conozca los sistemas electrónicos de presentación, tanto de información de vuelo como del grupo motopropulsor.

Lograr que, con los temas estudiados, el alumno esté en condiciones (en su futura vida profesional) de evaluar el nuevo instrumental que irá surgiendo, como lógica consecuencia del desarrollo tecnológico.

Metodología de Enseñanza:

Clases Teóricas, con el fundamento teórico del método o instrumento de medición con presentación, cuando sea posible, de ejemplos concretos (hojas de especificaciones, modelos, diagramas, fotografías, etc.). Preguntas a los alumnos y discusiones entre los mismos y el profesor sobre el tema bajo exposición. Aliento a la presentación de casos reales o aplicaciones concretas de lo que se está exponiendo por parte de alumnos con actividades particulares relacionadas con el tema.

Clases prácticas con demostraciones de funcionamiento de instrumentos típicos del avión, despiece y explicación de la función que cumple cada parte (relación con lo expuesto en las clases teóricas).

Recomendación de revistas, libros, organizaciones o empresas, sitios de Internet, etc. donde ampliar los temas (para los que estén especialmente interesados en alguno en particular) más allá de lo exigido por la cátedra.

Evaluación:

Dos parciales al final del primer y segundo cuatrimestres (escritas y, según temas, tipo "multiple choice" o descriptivas). Examen final con un breve ejercicio escrito y coloquio en base al mismo. Los parciales se pueden recuperar en fechas a convenir.

Las calificaciones de los parciales se comunican una semana después (la siguiente clase) y el examen final, al término del coloquio.

UNIDAD 1: GENERALIDADES SOBRE MEDICIONES E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

Sistemas de unidades: Unidades fundamentales y derivadas. Patrones: internacionales, primarios, secundarios y de trabajo.

Medición: Concepto de medida. Mediciones directas, indirectas y con aparatos calibrados (instrumentos).

Errores en las mediciones: Errores gruesos, sistemáticos y aleatorios. Errores Absolutos y relativos. Propagación de errores en mediciones indirectas.

Instrumentos de Medida: Definición del instrumento de medida. Esquema general de un Instrumento: partes componentes. Propiedades de los instrumentos

UNIDAD 2: SISTEMAS DE MEDICIÓN Y DE CONTROL AUTOMÁTICOS Y COMPUTARIZADOS

Introducción: los instrumentos como parte de un sistema de medición y control. Sistemas de Medición y control a lazo abierto y a lazo cerrado. Conceptos fundamentales

Sistemas Analógicos: Acciones de control. Características de cada tipo.

Sistemas Digitales: Sistemas combinacionales y Secuenciadores. Tipos y características.

Microprocesadores y Ordenadores: Hardware y software. Estructura básica de un Microprocesador. Controles computarizados

Controladores Lógicos Programables (PLCs). Estructura de un PLC. Software. Y Programación. Comparación con Procesadores dedicados.

UNIDAD 3: SENSORES Y TRANSDUCTORES USADOS EN INSTRUMENTOS AERONÁUTICOS

Medición de Fuerzas: elasticidad de los materiales, muelles y elásticos. Dispositivos piezoeléctricos y piezorresistivos.

Medición de deformaciones y Esfuerzos mecánicos: Extensómetros o galgas extensométricas piezorresistivas (strain gages).

Fuerzas y aceleraciones: Medición de Aceleraciones (Acelerómetros) y Vibraciones: Diferentes tipos, estudio de las características, Medición de vibraciones.

Presiones: Tubos de pitot. Membranas, cápsulas aneroides y manométricas, fuelles, tubos bourdon.

Detectores de Giro (Giróscopos) : Giróscopos Mecánicos rotantes (eléctricos y neumáticos) momento cinético y su derivada: propiedades de los giróscopos: rigidez, precesión, nutación.

Grados de Libertad. Giróscopos Ópticos: RLG (Ring Laser Gyros), FOG (Fiber Optic Gyros).

Giróscopos vibratorios de estado sólido, Giróscopos por aceleración de Coriolis.

Temperaturas: Elementos bimetálicos, termocuplas y termorresistencias. Termómetros de gas seco y de vapor saturado, pirómetros ópticos.

Tiempo: Cronómetros: mecánicos de relojería, osciladores electrónicos de precisión.

Esfuerzos mecánicos: Extensómetros ("strain gauges").

Velocidades de rotación (Taquímetros): Medición directa (ω) e indirecta por fenómenos físicos asociados. Taquímetros cronométricos, centrífugos y de arrastre magnético (corrientes de Foucault).

Sistemas electrónicos: sensores magnéticos de proximidad y de efecto Hall.

Sensores capacitivos y luminosos. Generadores taquimétricos.

Medición de posición lineal y angular (relativa o absoluta): Potenciómetros, LVDT, Transformadores angulares; codificadores de ejes; sistemas ópticos.

UNIDAD 4: AMPLIFICADORES, CONFORMADORES Y PROCESADORES DE SEÑAL

Acondicionamiento de las señales suministradas por los sensores.

Amplificadores Mecánicos: mecanismos de poleas y de hilos o cadenas, propiedades; mecanismos de palancas y varillas, mecanismos de levas; mecanismos de engranajes circulares y sectoriales. Calculadores mecánicos.

Dispositivos Electrónicos: amplificadores analógicos lineales; amplificadores operacionales.

Dispositivos digitalizadores y codificadores. Calculadores digitales.

UNIDAD 5: INDICADORES Y TRANSMISORES DE LA INFORMACIÓN

Indicadores:

Factores Humanos y Técnicos: Características de la vista y el oído, limitaciones y factores de diseño.

Presentación de la Información: Presentaciones cuantitativas, cualitativas y directoras.

Presentaciones cuantitativas: Escalas lineales y circulares. Líneas de base, marcas y espacios. Escalas uniformes y no uniformes. Escalas circulares y Escalas lineales: Colores: uso y convenciones.

Presentaciones cualitativas: Indicadores gráficos de posición. Marcas y símbolos, luces y otros dispositivos visuales.

Presentaciones directoras: Características. Ejemplos.

Mecanismos y dispositivos transmisores a distancia de las señales:

Servos síncronos de corriente continua: Sistema DESYN. Descripción. Principio de funcionamiento. Ventajas y errores.

Servos síncronos de corriente alterna (Autosyn): Principio general de funcionamiento, distintos tipos. Resolvers

Generadores y motores taquímetros trifásicos: Principio de funcionamiento. Características. Diferencias con los sincros de corriente alterna. Barras digitales.

UNIDAD 6: INTRODUCCIÓN AL INSTRUMENTAL Y SISTEMAS DEL AVIÓN

Función del instrumental en las aeronaves.

Sistemas coordenados de referencia. Estabilidad estática y dinámica. Parámetros a controlar. Plantas de poder (motores) y necesidad de instrumental para su operación.

Clasificación de los instrumentos de abordo; Instrumentos de pilotaje, de navegación y de funcionamiento de los motores. Indicadores de posición de superficies de control y tren de aterrizaje. Alarmas (visibles y audibles). Instrumentos necesarios para el control del avión, del grupo motopropulsor y para control del funcionamiento y posición de las distintas partes del avión. Instrumentos y sensores necesarios para las "Cajas Negras".

Factores ergonómicos: Zonas y ángulos de visión. Zona de visión óptima. Criterios generales para las indicaciones y disposición de los instrumentos. Disposición típica de los instrumentos de vuelo.

Tableros de instrumentos:

Disposición y montaje de los instrumentos: Consideraciones y métodos de montaje de los instrumentos. Agrupamiento de instrumentos y división Lógica de los tableros según sus funciones. Evolución del instrumental e integración de la información. Ejemplos.

Vibraciones y amortiguación; inconvenientes y ventajas de la vibración en tableros de instrumentos. Movimiento oscilatorio armónico, amortiguado y forzado. Amortiguación de tableros.

UNIDAD 7: INSTRUMENTOS DE VUELO

Instrumentos básicos de vuelo: instrumentos de actitud, de posición, de velocidad y de rumbo.

Instrumentos Indicadores de la actitud del avión.

Velocidades angulares y actitud. Inclínómetros: Péndulo y bolita. Indicadores de viraje (régimen de giro). Indicador de actitud (Horizonte artificial): Descripción, propiedades, ejemplos. Métodos de erección y errores. Directores de vuelo.

Medición de altura y velocidad.

Altímetros: altímetros barométricos y radio altímetros. Características y aplicaciones. Corrección de errores, Ajuste.

Velocímetro (anemómetro): velocidad relativa y número de Mach. Velocidad indicada, velocidad verdadera. Indicadores de velocidad máxima. Indicadores del número de Mach.

Medición de velocidad vertical: Variómetros: Distintos tipos de variómetros, errores y corrección.

Indicadores de velocidad de pérdida.

Calculadores centrales de Datos de Aire: Función, cálculos que realizan. Diferentes tipos. Medición del rumbo.

Campo magnético terrestre: características, intensidad, inclinación y declinación magnéticas. La influencia de los elementos ferromagnéticos en el avión.

Medida del rumbo magnético: aguja imantada, características y tipos, errores y su corrección.

Girocompás y válvula de flujo (Flux Gate): Descripción. Principios de funcionamiento. Distintos tipos

Instrumentos de medida de aceleraciones del avión. Acelerómetros y medidores de "g".

Tipos, características, indicación. Acelerómetros y giróscopos como base de las plataformas inerciales. Principios de funcionamiento.

UNIDAD 8: INSTRUMENTOS DEL MOTOR

Indicadores de presión de aceite

Indicadores de temperatura de aceite

Medidores de temperatura de cabeza de cilindros.

Taquímetros y sincronizadores: Distintos tipos. Taquímetros de indicación normal o porcentual. Sincroscopios. Sincronismo automático

Indicadores de temperatura de entrada de aire al carburador.

Medidores de presión de múltiple admisión (MANIFOLD PRESSURE) en motores sobrealimentados.

Torquímetros y medidores de potencia; Medidores de par del motor. Medición de presión media efectiva al freno (BMEP) y determinación de la potencia al freno (BHP).

Temperatura de entrada a la turbina (TIT) y de los gases de escape (por termocuplas y por pirómetros).

Indicadores porcentuales de empuje

Indicadores de EPR (relación de presiones de motor)

Indicadores de nivel de combustible: por flotante y capacitivos. Descripción y características.

Flujómetros o Caudalímetros. Diferentes tipos.

Disposición típica de instrumentos de motores: en motores alternativos, de turbohélice y de Reacción

UNIDAD 9: COMUNICACIONES Y RADIOAYUDAS PARA LA NAVEGACION Y EL ATERRIZAJE

Ondas electromagnéticas, antenas y radiodifusión

Las ondas electromagnéticas: Principios físicos. Polarización

La propagación radioeléctrica Propagación por onda terrestre, celeste y reflexión ionosférica. Interferencia y ruido.

Antenas: Principios, tipos y características.

Generalidades sobre equipos radioeléctricos y de comunicaciones:

Repaso sobre Métodos de Modulación/Demodulación. Heterodinaje.

Equipos de Banda de HF y de VHF, Transmisores de emergencia (ELT).

Equipos para la navegación de área, aproximación y aterrizaje.

Determinación de la posición geográfica. Posición angular (theta): Radiogoniómetro automático(ADF), principio de funcionamiento (banda, modulación, radiofaros, antenas).

Diagrama en bloques, indicación, errores. Sistema VOR, principio de funcionamiento.

Diagrama en bloques. Indicación (OBI, RMI, HSI). Breve descripción del Sistema TACAN (uso militar).

Medición de distancias (rho): Sistema DME, principio de funcionamiento, características, canales, antenas, diagrama en bloques.

Navegación de área (RNAV): principios, calculadores, "Waypoints".
Radioayudas para el aterrizaje y control del espacio aéreo:

Sistema ILS / MARKER: Características, principio de funcionamiento, diagrama en bloques.
Sistema MLS, características, presentación de la información.

Sistema de identificación, transponders: modos, códigos, diagrama en bloques.

Sistemas de navegación a grandes distancias:

Sistema inercial de navegación: principio de funcionamiento, características, plataformas estabilizadas: terrestre y galileana. Concepto de Sistema "Strapdown", interrelación con otros sistemas del avión.

Sistema GPS: Sistemas satelitales de posicionamiento. Origen del GPS, descripción y principios de funcionamiento. Características.

Sistemas Hiperbólicos de Baja Frecuencia (Obsoletos): Loran-C y Omega.

UNIDAD 10: INTEGRACIÓN Y PRESENTACIÓN ELECTRÓNICA DE LOS INSTRUMENTOS Y SISTEMAS DEL AVIÓN

Integración de la presentación de la información: RMI, HSI, ADI (director de vuelo).

Distribución de los instrumentos en un entorno electrónico ("Glass Cockpits"):

Presentación electrónica: agrupación de los instrumentos de control del avión, de las alarmas e indicadores.

Integración de las indicaciones: Sistemas EFIS, EHSI, EICAS O ECAM.