

Asignatura: **Proyecto y Construcción de Aviones**

Código: 10-09319

RTF

7

Semestre: 10

Carga Horaria

96

Bloque: Tecnologías Aplicadas

Horas de Práctica

-

Departamento: Aeronáutica

Correlativas:

- Propulsión
- Mecánica del Vuelo

Contenido Sintético:

- Etapas de un Proyecto Aeronáutico
- Estudio de Arquitecturas Constitutivas de Aviones y sus Partes.
- Materiales Utilizados en la Construcción de Aviones.
- Fabricación Aeronáutica en Metal y Material Compuesto.
- Diseño preliminar.
- Integración del Diseño.
- Reparaciones y Variación del Diseño.

Competencias Genéricas:

- CG 2. Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos).
- CG 4. Competencia para utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en ingeniería.
- CG 5. Contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas.
- CG 9. Aprender en forma continua y autónoma.
- CG 10. Actuar con espíritu emprendedor.

Aprobado por HCD: 918-HCD-2023

RES: Fecha: 8/11/2023

Competencias Específicas:

CE1A: Establecer parámetros de diseño y normas de mantenimiento y operación para todos los subsistemas eléctricos de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

CE1B: Calcular, diseñar, proyectar y construir estructuras y componentes estructurales alas, fuselajes, costillas, cuadernas, largueros, tanque, estructuras auxiliares, plataformas para la operación excepto sus fundaciones, de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

CE1 C: Calcular, diseñar y proyectar aerodinámica de vehículos en flujo incompresible y compresible.

CE1 D: Analizar la performance, la operación en distintas condiciones y todo lo referente a la mecánica de vuelo de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo

CE1 E: Calcular, diseñar, proyectar y construir plantas de propulsoras principales y auxiliares motores alternativos, a reacción, cohetes, compresores, cámaras de combustión, turbinas, hélices de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo

CE1 F: Calcular y diseñar los diferentes sistemas mecánicos y elementos de máquinas aplicados a las aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo

CE1 G: Diseñar y proyectar la realización del sistema de navegación, guiado y control de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

CE1 H: Diseñar y proyectar los principales parámetros de diseño aeroportuario y de bases aeroespaciales, en todo aquello que afecte la operación y el funcionamiento de una máquina de vuelo y/o sus equipos, rutas y líneas de transporte aéreo.

CE1 I: Diseñar, proyectar y ensayar los principales parámetros pertinentes a laboratorios de ensayos y calibraciones de equipos de aplicados a las aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

CE 2: Proyectar, dirigir y controlar la construcción, operación y mantenimiento de lo anteriormente mencionado.

CE 3: Certificar el funcionamiento, condición de uso o estado de lo mencionado anteriormente.

CE 4. Proyectar y dirigir lo referido a la higiene y seguridad en su actividad profesional

Presentación

La asignatura Proyecto y Construcción de Aviones de la carrera de Ingeniería Aeronáutica de la Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba, se encuentra dentro del programa, en el décimo y último semestre de la carrera, esta ubicación se debe a que en ella se requiere conocer y aplicar una gran cantidad de conceptos adquiridos en asignaturas de períodos académicos anteriores. Además se imparten conocimientos sobre aplicaciones y experiencias técnicas y profesionales relacionadas con el diseño y fabricación aeronáutica, por lo cual el alumno debiera tener afianzados los conocimientos impartidos en las asignaturas correlativas y estar en condiciones de interpretar mediante su formación previa, para abordar un desarrollo de una nueva aeronave.

De acuerdo con lo descrito en el perfil del Ingeniero Aeronáutico, al mismo se lo define en gran medida como un “hacedor”, en el sentido de crear e idear, y en esta asignatura dicha palabra es absolutamente correcta, ya que durante el cursado de la misma, el alumno aprenderá criterios profesionales integrales sobre la concepción de nuevos diseños y su factibilidad de producción aeronáutica, tanto en las capacidades de diseño como en la faz técnica sobre la selección de los materiales de acuerdo prestaciones y características, como a los procesos necesarios para producir y fabricar partes y aviones, permitiendo así también introducir nociones respecto al punto de vista de factibilidad técnica, regulatoria y económica.

Durante el cursado de la misma, el alumno aprenderá y deberá llevar adelante por medio de la aplicación del conocimiento disponible y las experiencias prácticas previas, una serie de conceptos que si bien en muchos casos ya ha adquirido previamente como conceptos específicos, a los que deberá necesariamente integrar para ver plasmado un conjunto de conocimientos aplicados en un avión.

El futuro profesional debe comprender la importancia de la selección adecuada de los materiales, de los métodos de cálculo y diseño, como de los procesos constructivos, de acuerdo a los requerimientos de aeronavegabilidad de los diferentes componentes, tanto en aspectos estructurales, aerodinámicos, operativos y normativos, para asegurar la seguridad, funcionalidad y morfología pretendida, no perdiendo en ningún momento de vista la factibilidad constructiva y técnica para alcanzar los objetivos del producto a obtener.

Asimismo el cursante deberá ser capaz de determinar la configuración general y los grupos principales de la aeronave, distinguiendo los que son necesarios y alternativos, y todo ello en función del tipo de aeronave y la operación a la que se lo piensa afectar. También se generará una visión clara de cuán íntimamente están ligados el diseño y las soluciones constructivas de una aeronave con su mantenimiento durante el período operativo, siempre en un marco regulatorio de aeronavegabilidad válido.

También se generará una visión clara de cuán íntimamente está ligado el ciclo de vida del producto, desde el diseño, la construcción, el mantenimiento y la operación de una aeronave en conjunto. A fin de lograr lo antedicho, los integrantes de la cátedra, deberán en gran medida transmitir sus conocimientos y experiencia profesional en cada uno de los temas a desarrollar, apoyándose en material didáctico correspondiente.

Contenidos

Unidad 1. Etapas de un Proyecto Aeronáutico

- 1.1. Especificaciones de una aeronave.
- 1.2. Encuadramiento Reglamentario.
- 1.3. Valores Estadísticos y Primeras Estimaciones.
- 1.4. Alternativas de tipos constructivos y su relación con el costo.
- 1.5. División del avión en grupos o conjuntos constructivos
- 1.6. Planificación del proyecto.

Unidad 2. Arquitecturas de Aviones y sus Partes.

- 2.1. El ala.
- 2.2. El fuselaje.
- 2.3. Grupo de cola.
- 2.4. Tren de aterrizaje.
- 2.5. Plantas motrices.
- 2.6. Equipamiento.

Unidad 3. Materiales Utilizados en la Construcción de Aviones.

- 3.1. Materiales empleados en la construcción aerospacial.
- 3.2. Criterio de selección de los materiales en las construcciones aeronáuticas.
- 3.3. Aleaciones de aluminio y otros metales aeroespaciales: titanio, acero, bronce.
- 3.4. Materiales Compuestos, transparentes y gomas.
- 3.5. Características fundamentales.

Unidad 4. Fabricación Aeronáutica en Metal y Material Compuesto.

- 4.1. Consideraciones generales.
- 4.2. Fibras de: Vidrio, de Carbono, de Boro, de Aramida.
- 4.3. Procesos para fabricación de partes de materiales compuestos.
- 4.4. Conformado y trabajado de piezas metálicas en chapa.
- 4.5. Los tratamientos Térmicos para aleaciones livianas de aluminio.
- 4.6. Tecnología de uniones aeronáuticas.
- 4.7. Procesos de Remachado, Soldado y Pegado.

Unidad 5. Diseño Preliminar.

- 5.1. Planificación del Diseño y coordinación de especialidades.
- 5.2. Costos de Desarrollo.
- 5.3. Consideraciones Operativas.
- 5.4. Especificaciones técnicas y requerimientos normativos.
- 5.5. Determinación de los requisitos para la aeronave.

Unidad 6. Integración del Diseño.

- 6.1. Cuantificación de Exigencias funcionales y regulatorias.
- 6.2. Aspectos Aerodinámicos, Estructurales y Tecnológicos.
- 6.3. Diseño de componentes principales: ala, fuselaje, empenajes y tren de aterrizaje.
- 6.4. Ensayos de validación,
- 6.5. Aspectos operativos y de mantenimiento

Unidad 7. Reparaciones y Variaciones del Diseño.

- 7.1. Factibilidad y Definición.
- 7.2. Encuadramiento en los Requisitos.
- 7.3. Cálculos- Construcción- Ensayos.
- 7.4. Documentación y Actividades de Taller.

Metodología de enseñanza

A fin de lograr las competencias planteadas en la presente asignatura, debido al alto puntaje asignado a la materia, la mayor parte del dictado establecido para la asignatura, se corresponderá con contenido informativo, conceptual y teórico de fuentes bibliográficas, dejando para el resto del curso actividades de análisis y discusión de ejemplos relacionados y aprendizaje por medio de material didáctico sobre los temas de clases.

El contenido teórico tratará desde el diseño conceptual de partes y del avión, la determinación preliminar de sus características, hasta la fabricación con materiales aeronáuticos de sus partes y de componentes.

Como medios didácticos de apoyo se utilizará la proyección digital de los documentos, presentaciones y apuntes de cátedra, paralelamente con videos relacionados al tema, incluyendo las explicaciones y análisis aclaratorios correspondientes. Adicionalmente se apreciarán durante la clase en el aula, muestras de piezas y productos fabricados o contruidos con algunos de los procesos indicados en el dictado teórico del tema y que son muestra de casos concretos y reales.

El material para estudio, consistirá en notas y apuntes de clase, las cuales estarán disponibles para los alumnos, además de la bibliografía pertinente que se indica al final. Además para completar el abundante contenido teórico y práctico de la asignatura, se propone una serie amplia de bibliografía al respecto. Las regulaciones FAR, VLA y otras serán fuentes alternativas de consulta para referencia, ya que constituye una adecuada guía para el planificar y proyectar una aeronave completa. Materiales adicionales a ser utilizados son Certificados Tipos, que se utilizan en la industria aeronáutica, estos incluyen los de tipo los suplementarios, los de aeronavegabilidad y otros.

El hecho de que parte de la bibliografía indicada esté en idioma inglés, obedece no solo a razones de disponibilidad, sino también al hecho de que el futuro profesional requiere del manejo de dicho idioma, ya que las normativas aeronáuticas exige utilizarse para su lectura en el idioma original de edición, la cual mayoritariamente está en inglés, y así durante su desempeño laboral deberá ser capaz de entender y poder utilizar muchos documentos en ese idioma.

En todo momento se dará participación a los alumnos en las clases e incluso se los incentivará para que participen por medio de preguntas o respondiendo a cuestiones que se planteen

Evaluación

Para la evaluación de los contenidos de la asignatura se presenta las diferentes alternativas posibles para ello, según la modalidad que corresponda, a saber.

Régimen de promoción

Para la evaluación de los contenidos del programa de esta asignatura se establece el tipo de evaluación parcial, para la cual se prevé la realización de 2 (dos) exámenes parciales y opcionalmente un solo recuperatorio dentro de la planificación de clases según el calendario académico establecido. Se podrá elegir entre varias formas de evaluar el nivel de los conocimientos adquiridos por el alumno, pero se preferirán los exámenes escritos por medio de preguntas de respuestas cortas, aunque se pueden solicitar pequeños temas explicativos o desarrollos de ejemplos prácticos cuando el tema evaluado lo amerite.

Las fechas de las evaluaciones serán informadas al inicio del ciclo lectivo con el correspondiente cronograma de clases y son de carácter inamovible.

Régimen de examen final

Para los alumnos en condición de libre, el examen final de la asignatura constará de dos aspectos: en la primera de ellas se evalúan los contenidos teórico/prácticos por medio de un examen escrito cuya aprobación habilita al alumno a la posterior exposición oral donde deberá exponer, desarrollando y respondiendo sobre temas y preguntas relacionadas a la materia, propuestas por el Tribunal.

El examen final para los alumnos en condición de regular, que cursó pero no alcanzó la promoción solo se realiza mediante una sola instancia de evaluación, por medio de varias preguntas puntuales o por desarrollo de un par de temas específicos ya sea oral o escrito.

Reparcialización

Como lo indican las reglamentaciones de la Facultad, la posibilidad de reparcialización de la asignatura está prevista para aquellos alumnos que se encuentren con la condición de alumno regular vigente durante el cuatrimestre de dictado.

Condiciones de aprobación

La aprobación de la asignatura puede efectuarse por la vía de la promoción (sin examen final) o del examen final, de acuerdo a lo que se detalla a continuación.

A los fines de que el alumno demuestre el conocimiento de las competencias adquiridas durante el cursado de la materia, las condiciones para la aprobación o regularización de la misma son las siguientes:

Régimen de promoción (sin examen final)

Los requisitos que deben reunir los alumnos para aprobar la asignatura por promoción sin examen final se encuadran dentro de lo establecido en el Régimen de Alumno vigente en la Facultad, es decir:

- Estar correctamente matriculado para el cursado.
- Alcanzar la condición de alumno regular según lo dispuesto en el mencionado Régimen, tanto en relación a un mínimo porcentaje de asistencia a clases, o justificar ausencia por medio justificado y el cumplimiento de las condiciones especiales establecidas por la cátedra.
- Tener aprobadas la totalidad de las asignaturas correlativas obligatorias o aprobar las que se encuentren pendientes dentro del plazo de validez de la regularidad, según lo establecido en el Régimen de Alumno.

En relación a su valuación de la calificación, se establece en un porcentaje mínimo del 60% del contenido total respondido en forma correcta del examen para su aprobación, el cual equivale a aprobar con una nota de 4 (cuatro). Se calificará de forma proporcional entre la nota 4 (cuatro) y el 10 (diez), cuando este último alcanza una resolución o respuesta correcta del examen parcial del 100% del contenido. Una evaluación inferior menor implicará una menor, por lo que corresponde a No Aprobado.

Se establece que la valoración de las respuestas de los parciales podrán incluir valores decimales de hasta un cuarto de punto, medio y tres cuartos, pero la nota final determinada, será un valor entero promediado entre los dos parciales aprobados.

Para aprobar la asignatura por medio de la promoción, se requiere que en al menos dos de los parciales, incluyendo el recuperatorio en caso de ser rendido, su nota sea 4 (cuatro) o superior, obteniendo una nota final de la materia, como el promedio de ambas. El recuperatorio no es requerido para aprobar la materia por promoción si superó la nota de 4 (cuatro) en ambos parciales, pero de forma voluntaria el alumno podrá requerir rendir el recuperatorio a título de obtener una mayor calificación de alguno de los parciales ya aprobados, si así lo solicitare, y promediando la nota final con las dos mayores notas obtenidas entre los tres parciales..

Cuando el contenido respondido en forma correcta no supere el 60% se considerará no aprobado el parcial, correspondiendo a una nota inferior a (4) cuatro. De igual manera la inasistencia el día de la evaluación implica la no aprobación de dicho parcial. Pero se tendrá derecho a 1 (una) posibilidad de rendir un examen parcial recuperatorio sobre el mismo contenido del parcial que no aprobó o no asistió.

La aprobación de la asignatura por promoción sin examen final será alcanzada por los alumnos que cuenten con no menos del 80% de asistencia a las clases, y que hayan aprobado con nota no menor de 4 (cuatro) en dos exámenes parciales. El parcial que fuere

desaprobado o que tenga inasistencia, no será considerado para ponderar la nota final entre los dos parciales aprobados.

En el caso de que habiendo rendido los dos parciales y eventualmente el recuperatorio y su rendimiento en dos de ellos fuera mayor al 40%, pero sin alcanzar el 60% del contenido del examen respondido de forma correcta, el alumno alcanzará la condición de alumno Regular en la asignatura según lo establecido en el Régimen de Alumno.

Los alumnos que no logren contestar afirmativamente más de un 40% del contenido o estuvieran ausentes, en dos de algunos de los parciales incluyendo el recuperatorio, no están en condiciones de aprobar el curso y se encuadrarán en condición de alumnos Libres.

Régimen de examen

La aprobación de la asignatura en condición libre, se logra con la aprobación de ambas instancias del examen con una suficiencia satisfactoria de los contenidos de al menos el 60% de forma correcta, que corresponde a una calificación de 4 (cuatro), y aumenta proporcionalmente hasta 10 (diez) si responde el 100% del contenido de manera correcta. En caso de no alcanzar el 60% de suficiencia en la resolución del examen en cualquiera de las dos instancias, corresponde una nota a 3 (tres) o inferior y el examen no es aprobado.

La calificación sigue las mismas consideraciones de valoración que se aplica al alumno libre, con la única diferencia que en este caso, como se indicó, hay una sola instancia de evaluación.

Reparcialización

El alumno que opte por esta modalidad deberá realizar los exámenes parciales correspondientes al cursado de la materia, pero sin necesidad de cumplir con el requisito del 80% de asistencia a clases. El resto de las consideraciones son aplicables a esta situación.

Actividades prácticas y de laboratorio

En relación a la actividad práctica, ésta se corresponderá a la descripción, discusión y análisis para iniciar un proyecto de avión, hasta alcanzar un prediseño de las partes de una aeronave, cuyas pautas se presentarán durante el curso, para así poder analizar también casos reales de fabricación de piezas y construcción de aviones de diversa magnitud.

Opcionalmente y en caso de disponer de aceptación por parte de terceras empresas aeronáuticas, se podrá realizar una visita a la misma para enriquecer la formación del alumno en relación a los contenidos ya dictados, sin embargo se realizarán actividades dentro del Departamento de Aeronáutica, disponiendo del material aeronáutico de la facultad, como ser el prototipo del avión CBA123, los túneles de viento, instrumental del laboratorio,, moldes y herramental para fabricación de piezas en material compuesto y los utilajes de ensamblado y construcción de subconjuntos de un avión.

Resultados de aprendizaje

La tendencia actual en la educación superior es brindar a los estudiantes habilidades que les permitan desarrollar la aplicación del conocimiento adquirido. El estudio de Proyecto y Construcción de Aviones permite al estudiante establecer parámetros de diseño y normas para el desarrollo de un proyecto de avión, incluyendo los componentes, los materiales, estructurales y los conjuntos funcionales principales de una aeronave, considerando aspectos de configuración orientados alcanzar la operación y mantenimiento de la aeronave tales que le permita:.

- Comprender y aplicar los principios básicos de las características y/o propiedades mecánicas, reológicas, económicas y regulatorias de los materiales aeronáuticos.
- Entender el concepto de las relaciones entre las diferentes propiedades de los materiales aeronáuticos, respecto a su densidad y a su costo, para seleccionar al mas adecuado.
- Conocer las limitaciones de utilizar diferentes alternativas de materiales para fabricar un elemento determinado del avión que cumpla la misma función.

El aprendizaje de la asignatura contribuye a que el estudiante conozca los procesos y procedimientos de producción mas utilizados y específicos utilizados para la fabricación de piezas, partes y aviones, como:

- Describir los diferentes procesos para transformación de materiales, fabricación de piezas y construcción de partes para uso aeronáutico.
- Identificar las variables fundamentales que controlan los procesos de producción para alcanzar los objetivos esperados respecto a los elementos a fabricar.
- Conocer las ventajas y desventajas de los procesos aeronáuticos de fabricación de piezas y construcción de aviones para logra su aplicación mas eficiente y adecuada.
- Diseñar de forma preliminar los herramentales y utilajes necesarios para fabricación aeronáutica.
- Diseñar y confeccionar básicamente la documentación necesaria para realizar las hojas de procesos para fabricación y ensamble según exigencias regulatorias.

Además esta asignatura permitirá al estudiante identificar los principales componentes de un avión estableciendo su principio de funcionamiento para entender los aspectos elementales del diseño aeronáutico y determinar el proceso de fabricación correspondiente mas adecuado, como es:

- Identificar los principales componentes y partes del avión y entender su principal exigencia funcional a satisfacer en todas las condiciones de operación del mismo.
- Determinar los procesos de fabricación y construcción aeronáutica que mas se adapta al tipo de pieza o componente del avión en función del material a utilizar para ello.
- Analizar cualitativamente las diferencias entre la aplicación de distintos procesos productivos y la utilización de diferentes materiales aeronáuticos.

Finalmente el estudiante podrá conocer los conceptos y procesos básicos utilizados para fabricar piezas, partes y aviones, para entender los aspectos elementales del diseño aeronáutico y determinar el proceso de diseño y posterior fabricación con vistas a la certificación aeronáutica más adecuada, permitiéndole:

- Conocer y diferenciar entre norma técnica y regulación aeronáutica y su aplicación respectiva.
- Comprender principios básicos del comportamiento humano respecto a actividades de producción aeronáutica.
- Entender y determinar la aplicación correcta entre las diferentes alternativas regulatorias para fabricar aviones de distintas aplicaciones.
- Conocer la metodología, procedimientos de taller utilizados en la actividad aeronáutica de reparación de partes de aviones.

Bibliografía

- Baker, A.; Dutton, S.; Kelly, D. Composite materials for aircraft structures.. Ed. American Institute of Aeronautics and Astronautics, 2004

- Bazan, Alberto F. Diseño de aviones; estimación preliminar de pesos y centrado, Biblioteca FCEFyN
- Bruhn, Elmer F. Analysis and design of flight vehicle structures /. Ed.Tri-State Offset, 1965
- Carmona, Isidoro. Aerodinámica y actuaciones del avión /. Ed.Paraninfo, 1980
- FAA Part 23 Small Airplane Certification Process Study, 2009 FAA
https://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/avs/offices/air/directorates_field/small_airplanes/media/CPS_Part_23.pdf
- Gordon, Ashmead. Aircraft production methods. Ed.Chilton, 1956
- Henshaw, Jhon. Airframe Construction and Repair: metal stressed-skin aircraft by. Ed.Pitman, 1943.
- Higgins, A. Adhesive bonding of aircraft structures Adhesive bonding of aircraft structures Science Direct
- JANE'S All the World's Aircraft. Ed.Jane's Information Group, 2005
- Norcross, C. y Quinn, J. How to do Aircraft Sheetmetal Work. Ed. McGraw-Hill , 1942
- Raymer, Daniel P. Aircraft design: a conceptual approach /. Ed.American Institute of Aeronautics and Astronautics, 2012
- Roskam, Jan. Airplane design. Ed.DARcorporation, 1989-1999