

SILABO MOTORES Y TURBINAS DE AERONAVES

ÁREA CURRICULAR: CIENCIAS AERONÁUTICAS E INSTRUCCIÓN DE VUELO

I. DATOS GENERALES

1.1	Departamento Académico	: Ingeniería y Arquitectura
1.2	Semestre Académico	: 2019-I
1.3	Código de la asignatura	: 09135203040
1.4	Ciclo	: III
1.5	Créditos	: 04
1.6	Horas semanales totales	: 12
	1.6.1 Horas lectivas (Teoría, Práctica, Laboratorio)	: 06 (T=04, P=02, L=0)
	1.6.2 Horas de trabajo independiente	: 06
1.7	Condición del Curso	: Obligatorio
1.8	Requisito(s)	: 09131400040 - Física General I
1.9	Docente	: Ricardo Wilber Ccoyure Tito Luis Alberto Arriola Guevara

II. SUMILLA

El curso es de naturaleza teórico-práctico, contribuye a que el estudiante adquiera los conocimientos relativos a los motores de aviación en general, así como los sistemas que lo conforman para su operación y desempeño tanto en tierra como en vuelo. En el curso se desarrollan contenidos y actividades mediante tres ejes de aprendizaje: Introducción, Exposición del contenido y Discusión. El curso se desarrolla mediante las siguientes unidades de aprendizaje: I) Motores a Pistón. Componentes. Sistema de Lubricación y Sistema de Combustible. II) Motores a Pistón. Sistemas del Motor. Hélices. Sistemas de aumento de potencia, operación y Performance. III) Motores de Turbinas a Gas. Componentes. Sistema de Lubricación y Sistema de Combustible. IV) Motores de Turbinas a Gas. Sistemas del Motor. Operación.

III. COMPETENCIAS Y SUS COMPONENTES COMPRENDIDOS EN LA ASIGNATURA

3.1. Competencias

- . Explica los conocimientos relativos a los motores a pistón, su principio de funcionamiento, la construcción interna y componentes principales, así como el funcionamiento del sistema de lubricación y combustible.
- . Explica los sistemas asociados al funcionamiento del motor, hélices, sistemas de aumento de potencia, operación y Performance.
- . Explica los conocimientos relativos a los motores de turbinas a gas, su principio de funcionamiento, la construcción interna y componentes principales, así como el funcionamiento del sistema de lubricación y combustible.
- . Explica los sistemas asociados al funcionamiento del motor y la operación en cabina.

3.2. Componentes

• Capacidades

- . Describe los motores a pistón, su principio de funcionamiento y componentes principales.
- . Describe los sistemas asociados al funcionamiento del motor, hélices, sistemas de aumento de potencia, operación y Performance.
- . Describe los motores de turbinas a gas, su principio de funcionamiento y componentes principales.
- . Describe los sistemas asociados al funcionamiento del motor y operación en cabina.

• Contenidos actitudinales

- . Comprende los motores a pistón, su principio de funcionamiento y componentes principales.
- . Comprende los sistemas asociados al funcionamiento del motor, hélices, sistemas de aumento de potencia, operación y Performance.
- . Comprende los motores de turbinas a gas, su principio de funcionamiento y componentes principales.
- . Comprende los sistemas asociados al funcionamiento del motor y operación en cabina.

IV. PROGRAMACIÓN DE CONTENIDOS

UNIDAD I: MOTORES A PISTÓN, COMPONENTES, SISTEMA DE LUBRICACIÓN Y SISTEMA DE COMBUSTIBLE.

CAPACIDAD: Explica los motores a pistón, principio de funcionamiento, construcción interna, componentes, sistemas de lubricación y combustible.

SEMANA	CONTENIDOS CONCEPTUALES	CONTENIDOS PROCEDIMENTALES	ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE	HORAS	
				L	T.I.
1	Primera sesión: Introducción a los Motores a Pistón. Principio de Funcionamiento. Segunda sesión: Ciclo de trabajo. Potencia Indicada. Potencia al Freno (BHP). Cilindrada Total.	<ul style="list-style-type: none"> - Explica el principio de funcionamiento del motor a pistón. - Reconoce los tipos de motores. - Aplica la terminología aplicada en motores de combustión interna. - Explica los tipos de potencia en el motor. - Reconoce la designación técnica de los motores. - Comenta acerca de la transformación de energía en el motor. 	Lectivas (L): <ul style="list-style-type: none"> · Introducción al tema - 1 h · Desarrollo del tema - 5 h De trabajo Independiente (T.I.): <ul style="list-style-type: none"> · Trabajo de Investig. - 3 h · Trabajo grupal - 3 h 	6	6
2	Primera sesión: Componentes mecánicos: Cárters, bielas, cigüeñal, cilindros, pistones, árbol de levas. Materiales usados en su fabricación. Segunda sesión: Sistema de Lubricación. Propiedades de lubricantes. Componentes. Funcionamiento. Instrumentos principales.	<ul style="list-style-type: none"> - Reconoce los componentes principales de los motores a pistón. - Explica el funcionamiento del sistema de lubricación. - Identifica los componentes principales del sistema de lubricación. - Identifica y explica los instrumentos de monitoreo del sistema de lubricación en cabina. 	Lectivas (L): <ul style="list-style-type: none"> · Desarrollo del tema - 5 h · Ejercicios de Cilindrada – 1 h De trabajo Independiente (T.I.): <ul style="list-style-type: none"> · Lectura de diagramas – 3 h · Trabajo grupal - 3 h 	6	6
3	Primera sesión: Sistema de Refrigeración. Componentes. Funcionamiento. Indicadores de EGT (Exhaust Gas Temperature) y CHT (Cylinder Head Temperature). Segunda sesión: Sistema de Combustible. Propiedades de los combustibles. Mezclas Pobre y Rica. Características de Funcionamiento.	<ul style="list-style-type: none"> - Explica el funcionamiento del sistema de refrigeración. - Identifica los instrumentos de temperatura del motor. - Explica el funcionamiento del sistema de combustible. - Identifica los componentes principales del sistema de combustible. - Analiza el comportamiento del motor con el uso de los controles de potencia y de mezcla. 	Lectivas (L): <ul style="list-style-type: none"> · Desarrollo del tema - 5 h · Lectura de diagramas – 1 h De trabajo Independiente (T.I.): <ul style="list-style-type: none"> · Lectura de diagramas – 2 h · Trabajo grupal - 4 h 	6	6
4	Primera sesión: Tipos de sistemas de combustible: Por Carburación, tipos, funcionamiento. Segunda sesión: Tipos de sistemas de combustible: Por inyección de combustible, funcionamiento.	<ul style="list-style-type: none"> - Reconoce los tipos de sistema de combustible por carburación y por inyección. - Reconoce los regímenes de funcionamiento del motor según el tipo de sistema de combustible. 	Lectivas (L): <ul style="list-style-type: none"> · Desarrollo del tema - 5 h · Lectura de diagramas – 1h De trabajo Independiente (T.I.): <ul style="list-style-type: none"> · Lectura de diagramas – 2 h · Trabajo grupal - 4 h 	6	6

UNIDAD II: MOTORES A PISTÓN, SISTEMAS DEL MOTOR, HÉLICES, SISTEMAS DE AUMENTO DE POTENCIA, OPERACIÓN Y PERFORMANCE.					
CAPACIDAD: Explica los sistemas asociados al funcionamiento del motor, hélices, sistemas de aumento de potencia y performance.					
SEMANA	CONTENIDOS CONCEPTUALES	CONTENIDOS PROCEDIMENTALES	ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE	HORAS	
				L	T.I.
5	Primera sesión: Sistema de Encendido. Por batería. Por magneto. Componentes. Funcionamiento. Segunda sesión: Sistema de Arranque. Funcionamiento. Operación de arranque desde la cabina. Tipos de arranque.	<ul style="list-style-type: none"> - Explica el funcionamiento del sistema de encendido y arranque. - Identifica los componentes principales del sistema de encendido. - Identifica los componentes principales del sistema de arranque. - Realiza arranques del motor siguiendo procedimientos del POH. 	Lectivas (L): <ul style="list-style-type: none"> · Desarrollo del tema - 5 h · Lectura de diagramas – 1 h De trabajo Independiente (T.I): <ul style="list-style-type: none"> · Lectura de diagramas – 2 h · Trabajo grupal - 4 h 	6	6
6	Primera sesión: Hélices. Principio de funcionamiento. Tipos. Pasos de la hélice. Funcionamiento. Segunda sesión: Control de la hélice. Gobernador de Velocidad constante. Embanderamiento de la hélice.	<ul style="list-style-type: none"> - Explica el principio de funcionamiento de las hélices. - Reconoce los pasos de las hélices. - Explica el control de la hélice y el gobernador de velocidad. - Describe el embanderamiento de la hélice. 	Lectivas (L): <ul style="list-style-type: none"> · Desarrollo del tema - 5 h · Lectura de diagramas – 1 h De trabajo Independiente (T.I): <ul style="list-style-type: none"> · Lectura de diagramas – 2 h · Trabajo grupal - 4 h 	6	6
7	Primera sesión: Sistemas de aumento de potencia del motor. Supercargador y Turbocargador. Segunda sesión: Operación del motor y Performance.	<ul style="list-style-type: none"> - Explica cómo se aumenta la potencia del motor. - Comenta la diferencia entre supercargador y turbocargador. - Aplica los conocimientos adquiridos para realizarla operación del motor. - Analiza la performance del motor. 	Lectivas (L): <ul style="list-style-type: none"> · Desarrollo del tema - 5 h · Lectura de diagramas – 1 h De trabajo Independiente (T.I): <ul style="list-style-type: none"> · Lectura de diagramas – 2 h · Trabajo grupal - 4 h 	6	6
8	Examen Parcial				

UNIDAD III: MOTORES DE TURBINAS A GAS: COMPONENTES, SISTEMA DE LUBRICACIÓN Y SISTEMA DE COMBUSTIBLE.

CAPACIDAD: Explica los motores de turbinas a gas, principio de funcionamiento, componentes y funcionamiento de sistema de lubricación y combustible.

SEMANA	CONTENIDOS CONCEPTUALES	CONTENIDOS PROCEDIMENTALES	ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE	HORAS	
				L	T.I.
9	Primera sesión: Motores de Turbinas a Gas. Principio de Funcionamiento. Tipos de Motores. Segunda sesión: Componentes Principales: Conducto de Entrada, Compresores.	<ul style="list-style-type: none"> - Explica el principio de funcionamiento del motor de turbina a gas. - Reconoce los tipos de motores. - Identifica los principales componentes mecánicos: conductos de entrada y compresores. 	Lectivas (L): <ul style="list-style-type: none"> · Desarrollo del tema - 5 h · Lectura de diagramas – 1 h De trabajo Independiente (T.I.): <ul style="list-style-type: none"> · Lectura de diagramas – 2 h · Trabajo grupal - 4 h 	6	6
10	Primera sesión: Componentes Principales: Cámaras de combustión, Turbina, Toberas. Segunda sesión: Empuje del motor. Performance.	<ul style="list-style-type: none"> - Identifica los principales componentes mecánicos: cámaras de combustión, turbinas y toberas. - Calcula el empuje del motor y analiza su comportamiento. - Comprende la variación de performance del motor según los parámetros de funcionamiento. 	Lectivas (L): <ul style="list-style-type: none"> · Desarrollo del tema - 5 h · Lectura de diagramas – 1 h De trabajo Independiente (T.I.): <ul style="list-style-type: none"> · Lectura de diagramas – 2 h · Trabajo grupal - 4 h 	6	6
11	Primera sesión: Sistema de Lubricación. Tipos. Componentes. Funcionamiento. Segunda sesión: Sistema de sangrado de aire.	<ul style="list-style-type: none"> - Explica el funcionamiento del sistema de lubricación. - Identifica los componentes principales del sistema de lubricación. - Explica el funcionamiento del sistema de sangrado de aire y sus aplicaciones en sistemas de aeronaves. 	Lectivas (L): <ul style="list-style-type: none"> · Desarrollo del tema - 5 h · Lectura de diagramas – 1 h De trabajo Independiente (T.I.): <ul style="list-style-type: none"> · Lectura de diagramas – 2 h · Trabajo grupal - 4 h 	6	6
12	Primera sesión: Sistema de Combustible. Componentes. Funcionamiento. Segunda sesión: Unidad de Control de Combustible. Tipos: Hidromecánico (FCU) y Electrónico (EEC). FADEC. Funcionamiento.	<ul style="list-style-type: none"> - Explica el funcionamiento del sistema de combustible. - Identifica los componentes principales del sistema de combustible. - Reconoce la unidad de control de combustible como principal control automático del motor. - Identifica los controles hidromecánicos y electrónicos. - Explica el funcionamiento de la unidad de control de combustible 	Lectivas (L): <ul style="list-style-type: none"> · Desarrollo del tema - 5 h · Lectura de diagramas – 1 h De trabajo Independiente (T.I.): <ul style="list-style-type: none"> · Lectura de diagramas – 2 h · Trabajo grupal - 4 h 	6	6

UNIDAD IV: MOTORES DE TURBINAS A GAS, SISTEMAS DEL MOTOR Y OPERACIÓN EN CABINA.

CAPACIDAD: Explica los sistemas asociados al funcionamiento del motor y la operación en cabina.

SEMANA	CONTENIDOS CONCEPTUALES	CONTENIDOS PROCEDIMENTALES	ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE	HORAS	
				L	T.I.
13	Primera sesión: Sistema de Encendido y Arranque. Componentes. Funcionamiento. Segunda sesión: Procedimiento de Arranque de Motores de Turbinas a Gas.	<ul style="list-style-type: none"> - Explica el funcionamiento del sistema de encendido y arranque. - Identifica los componentes principales del sistema de encendido. - Identifica los componentes principales del sistema de arranque. - Realiza el procedimiento de arranque de motores de turbinas a gas. 	Lectivas (L): <ul style="list-style-type: none"> · Desarrollo del tema - 5 h · Lectura de diagramas – 1 h De trabajo Independiente (T.I.): <ul style="list-style-type: none"> · Lectura de diagramas – 2 h · Trabajo grupal - 4 h 	6	6
14	Primera sesión: Controles del Motor. Aceleradores. Segunda sesión: Sistema de Indicación. Parámetros principales del motor. EICAS, ECAM.	<ul style="list-style-type: none"> - Identifica los controles mecánicos y eléctricos del motor para distintos tipos de aeronaves. - Identifica los instrumentos principales de monitoreo en la cabina. - Conoce las modernas pantallas en aeronaves. 	Lectivas (L): <ul style="list-style-type: none"> · Desarrollo del tema - 6 h De trabajo Independiente (T.I.): <ul style="list-style-type: none"> · Reconocimiento de Instrumentos de la cabina - 2 h · Trabajo grupal - 4 h 	6	6
15	Primera sesión: Sistema Reverso de empuje. Componentes. Funcionamiento. Segunda sesión: Sistemas de aumento de empuje.	<ul style="list-style-type: none"> - Explica el funcionamiento del Sistema de Reverso del motor. - Realiza la operación del control de reverso en cabina. - Reconoce la aplicación de los sistemas de aumento de empuje en motores de turbina a gas. 	Lectivas (L): <ul style="list-style-type: none"> · Desarrollo del tema - 6 h De trabajo Independiente (T.I.): <ul style="list-style-type: none"> · Trabajo de Investig. – 2 h · Trabajo grupal - 4 h 	6	6
16	Examen Final				
17	Entrega de promedios finales y acta del curso.				

V. ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

- Método Expositivo – Interactivo. Disertación docente, exposición del estudiante.
- Método de Discusión Guiada. Conducción del grupo para abordar situaciones y llegar a conclusiones y recomendaciones.
- Método de Demostración – Ejecución. El docente ejecuta para demostrar cómo y con que se hace y el estudiante ejecuta, para demostrar que aprendió.

VI. RECURSOS DIDÁCTICOS

- Equipos: computadora, ecran, proyector multimedia.
- Materiales: CBT "Piston Engines", CBT "Gas Turbine Engines", separatas, pizarra, plumones.

VII. EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE

- El promedio final de la asignatura se obtiene mediante la fórmula siguiente:

$$PF = (2*PE+EF)/3$$

$$PE = (4*PPR+W1)/5$$

$$PPR = (P1+P2+P3+2*P4-MN)/4$$

Donde:

PF= Promedio Final

PE = Promedio de Evaluaciones

EF = Examen Final

PE = Promedio de evaluaciones

P1...P4 = Nota de Práctica Calificada

W1 = Nota de Trabajo

MN = Menor Nota de Prácticas

VIII. FUENTES DE CONSULTA

8.1 Bibliográficas

- FAA H-8023-25B (2016), Pilot's Handbook of Aeronautical Knowledge. US Department of Transportation. Flight standard Services. United States.
- Oxford Aviation Academy (2011), Air Transport Pilot License. Ground Training Series. Aircraft General Knowledge 3. Piston Engines & Gas Turbine Engines. United Kingdom.
- Ernest Vallbona Vilajosana, (2011), El Motor de Turbina, España, CESDA (Centro de Estudios Superiores de la Aviación).
- C.Rogers/H. Cohen (2008), "Gas Turbine Theory", Pearson Education 6th Edition, Canada.
- Andreas Linke-Diesinger, (2008), Systems of Commercial Turbofan Engines., Germany, Editorial Springer
- S. Díez (2007), "El Motor de Reacción y sus Sistemas Auxiliares", Paraninfo, 9a edición, España
- C. Rolle (2006), "Termodinámica", Pearson Educación, 6ta Edición, México
- Rolls Royce (2005), The Jet Engine, England, Editorial Wiley.
- R.E. Birch, (2001), Gas Turbine Engines for Pilots and Mechanics, Estados Unidos, Editorial Jeppesen Sanderson.

8.2 Electrónicas

- Smartcockpit Airline Training <http://www.smartcockpit.com>
- Continental Motors <http://www.continentalmotors.aero>
- Lycoming Engines <http://www.lycoming.com>
- University of North Dakota <http://aviation.und.edu/multimedia/interactive-trainers.aspx>
- AOPA <http://www.aopa.org>
- Airbus Maintenance Training http://wtruib.ru/training_A320F/
- The Boeing 737 Technical Site <http://www.b737.org.uk>
- Rolls Royce <http://html.investis.com/R/Rolls-Royce/corp/interactive-games/journey03/index.html>

IX. APOORTE DEL CURSO AL LOGRO DE RESULTADOS

El aporte del curso al logro de los resultados (Outcomes), para las Escuelas Profesionales de: Ingeniería Electrónica, Ingeniería Industrial, Ingeniería Civil, Ingeniería de Industrias Alimentarias, Arquitectura y Ciencias Aeronáuticas, se establece en la tabla siguiente:

K = clave **R** = relacionado **Recuadro vacío** = no aplica

(a)	Habilidad para aplicar conocimientos de matemática, ciencia e ingeniería	K
(b)	Habilidad para diseñar y conducir experimentos, así como analizar e interpretar los datos obtenidos	K
(c)	Habilidad para diseñar sistemas, componentes o procesos que satisfagan las necesidades requeridas	R
(d)	Habilidad para trabajar adecuadamente en un equipo multidisciplinario	K
(e)	Habilidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería	
(f)	Comprensión de lo que es la responsabilidad ética y profesional	K
(g)	Habilidad para comunicarse con efectividad	K
(h)	Una educación amplia necesaria para entender el impacto que tienen las soluciones de la ingeniería dentro de un contexto social y global	
(i)	Reconocer la necesidad y tener la habilidad de seguir aprendiendo y capacitándose a lo largo de su vida	
(j)	Conocimiento de los principales temas contemporáneos	R
(k)	Habilidad de usar técnicas, destrezas y herramientas modernas necesarias en la práctica de la ingeniería	K

El aporte del curso al logro de los resultados (Outcomes), para la **Escuela Profesional de Ciencias Aeronáuticas**, se establece en la tabla siguiente:

K = clave **R** = relacionado **Recuadro vacío** = no aplica

Componente	Resultados del Estudiante	
Ciencias básicas y de Aviación	a. Habilidad para aplicar conocimientos aerodinámicos apropiados para los resultados del estudiante y las disciplinas enseñadas.	R
Análisis en el Funcionamiento de sistemas de aeronaves	b. Habilidad para analizar un problema e identificar y definir los requerimientos apropiados para su solución dentro del proceso de funcionamiento de los sistemas de aeronaves.	K
Interacción de los sistemas de aeronaves en todas las fases de vuelo	c. Habilidad para diseñar, implementar y evaluar un sistema basado en computadoras, procesos, componentes o programa que satisfagan las necesidades requeridas.	
Práctica de la operación y manejo de sistemas de aeronaves	d. Habilidad para usar manuales y desarrollar capacidades necesarias para el aprendizaje de sistemas en aeronaves modernas.	K
	e. Comprensión del funcionamiento de los principales sistemas dentro de un tipo característico de aeronave.	K
Habilidades genéricas	f. Habilidad para trabajar con efectividad en equipos para lograr una meta común.	
	g. Habilidad para el manejo y operación de los sistemas, a través de los controles en la cabina de las aeronaves.	K
	h. Habilidad para analizar el impacto local y global de la aviación en los individuos, organizaciones y la sociedad.	
	i. Reconocer la necesidad y tener la habilidad para comprometerse a un continuo desarrollo profesional.	