

PROGRAMA DE ASIGNATURA: MANUFACTURA ADITIVA

CLAVE: E-MA-2

Propósito de aprendizaje de la Asignatura		El estudiante desarrollará procesos de manufactura aditiva de piezas aeronáuticas utilizando software y equipo de control numérico, considerando los requerimientos de ingeniería, para contribuir al cumplimiento de los requerimientos de la industria aeronáutica dentro del marco normativo.			
Competencia a la que contribuye la asignatura		Desarrollar la manufactura de piezas aeronáuticas mecanizadas considerando las especificaciones técnicas, de calidad, equipos y métodos de mecanizado, con un enfoque sustentable para contribuir al crecimiento económico y tecnológico del sector y del país.			
Tipo de competencia	Cuatrimestre	Créditos	Modalidad	Horas por semana	Horas Totales
Específica	5	2.81	Escolarizada	3	45

Unidades de Aprendizaje	Horas del Saber	Horas del Saber Hacer	Horas Totales
	I.- Introducción a la manufactura aditiva	1	5
II.- Puesta en punto de equipos de impresión 3D	3	6	9
III.- Modelos 3D	3	7	10
IV.- Impresión 3D	6	14	20
Totales	13	32	45

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-53.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

Funciones	Capacidades	Criterios de Desempeño
<p>Implementar el proceso de mecanizado de piezas aeronáuticas a través de interpretación de planos, operación de equipos de mecanizado y métodos y técnicas de evaluación y control de parámetros de producción para cumplir con los requerimientos de producción y calidad.</p>	<p>Manufacturar piezas aeronáuticas mecanizadas a través de un programa de fabricación, insumos y herramientas, puesta a punto y operación del equipo de maquinado convencional, CNC, no convencional y estándares aplicables, para garantizar la precisión del producto.</p>	<p>Entrega la pieza terminada y documentación del proceso, que contenga:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Parámetros de operación del equipo - Materiales y herramientas utilizadas - Procesos de detallado - Formato de la secuencia de operaciones de la pieza cumplimentado. - Inspecciones de calidad de acuerdo a características del plano. - Reporte de producción durante la jornada - Conclusiones y observaciones finales de operación
	<p>Verificar piezas aeronáuticas mecanizadas a través de la medición y comparación de los criterios de aceptación para el cumplimiento con los requerimientos de ingeniería.</p>	<p>Reporte del componente que incluya.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Evaluación de dimensiones - Evaluación de criterios de aceptación.

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-53.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad de Aprendizaje	I. Introducción a la manufactura aditiva					
Propósito esperado	El estudiante seleccionará el tipo de proceso de manufactura aditiva para definir la tecnología que cumpla con los requisitos de manufactura de piezas aeronáuticas.					
Tiempo Asignado	Horas del Saber	1	Horas del Saber Hacer	5	Horas Totales	6

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actucional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
Procesos de impresión 3D.	Describir los procesos de manufactura aditiva: - Deposición de material fundido. - Estereolitografía. - Sinterizado de láser selectivo.		Desarrollar el pensamiento analítico y crítico a través de la identificación de conceptos para la toma de decisión. Desarrollar con honestidad las actividades pertinentes.
Tipos de impresoras 3D.	Describir los tipos de equipos de manufactura aditiva: - Deposición de material fundido. - Estereolitografía. - Sinterizado de láser selectivo.		
Materiales para impresión 3D.	Describir los diferentes tipos de materiales para manufactura aditiva: - Filamentos (PLA, ABS, PET, Nylon, TPU). - Resinas. - Polvos.		
Normas aplicables.	Conocer las normas para la manufactura aditiva aplicadas a la manufactura de componentes aeronáuticos.	Determinar la tecnología, equipo de manufactura y material a utilizar de acuerdo a las características de la pieza a fabricar.	

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-53.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	
Análisis de casos Prácticas de laboratorio Equipos colaborativos Prácticas guiadas Resolución de problemas	-Medios audiovisuales -Internet -Equipo de manufactura aditiva. -Material para manufactura aditiva. -Material y equipo audiovisual. -Laboratorio de manufactura aditiva	Laboratorio / Taller	X
		Empresa	

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
<p>Los estudiantes identifican los procesos de manufactura aditiva.</p> <p>Los estudiantes identifican los equipos de manufactura aditiva.</p> <p>Los estudiantes identifican los materiales utilizados en diferentes procesos de manufactura aditiva.</p> <p>Los estudiantes identifican las normas aplicadas para la manufactura de componentes aeronáuticos por manufactura aditiva.</p>	<p>A partir de un caso se elabora un reporte que contenga:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tipo de proceso de manufactura aditiva - Equipo de manufactura aditiva recomendado - Material propuesto para la manufactura de una pieza aeronáutica 	<p>Rúbrica</p> <p>Reporte</p> <p>Estudios de casos</p>

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-53.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad de Aprendizaje	II. Puesta en punto de equipos de impresión 3D.					
Propósito esperado	El estudiante ejecutará la puesta en punto de equipos de manufactura aditiva, para contribuir al proceso de manufactura de piezas aeronáuticas.					
Tiempo Asignado	Horas del Saber	3	Horas del Saber Hacer	6	Horas Totales	9

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actuacional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
Partes de una impresora 3D.	Identificar los diferentes componentes que conforman un equipo de manufactura aditiva: - Extrusor. - Cama de impresión. - Porta material. - Láser. - Herramienta auxiliar.		Desarrollar el pensamiento analítico y crítico a través de la identificación de conceptos para la toma de decisión. Asumir la responsabilidad para realizar trabajos en laboratorios especializados respetando normas, horarios de trabajo y fechas de entrega de resultados.
Calibración de una impresora 3D.	Explicar el proceso de calibración de equipo de manufactura aditiva.		Desarrollar con honestidad las actividades pertinentes.
Mantenimiento de una impresora 3D.	Describir el proceso de mantenimiento para equipos de manufactura aditiva.		
Proceso de carga de materiales.	Explicar el proceso de montaje del material.		
Materiales para adhesión.	Identificar los diferentes tipos de métodos de adhesión de material a la cama de impresión: - Métodos de adhesión por tipo de cama de impresión.	Realizar la preparación de un equipo de manufactura aditiva que incluya: - Calibración. - Montaje de material.	

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-53.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

	- Materiales adhesivos aplicados a la cama de impresión.	- Aplicación de material de adhesión.	
--	--	---------------------------------------	--

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	
Análisis de casos Prácticas de laboratorio Equipos colaborativos Prácticas guiadas Resolución de problemas	-Medios audiovisuales -Internet -Equipo de manufactura aditiva -Material para manufactura aditiva -Material y equipo audiovisual. -Laboratorio de manufactura aditiva	Laboratorio / Taller	X
		Empresa	

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
Los estudiantes identifican los componentes que conforman una impresora 3D. Los estudiantes comprenden los procesos de mantenimiento preventivo y correctivo más comunes de un equipo de manufactura aditiva. Los estudiantes realizan la puesta en punto de un equipo de manufactura aditiva incluyendo calibración y montaje de material.	A partir de un ejercicio práctico entregar un portafolio de evidencia que contenga: - Listado de herramienta utilizada para la puesta en punto de un equipo de manufactura aditiva. - Instrucciones del proceso de puesta en punto de un equipo de manufactura aditiva.	Rúbrica Portafolio de evidencias

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-53.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad de Aprendizaje	III. Modelos 3D					
Propósito esperado	El estudiante generará programas de impresión 3D para así contribuir al proceso de manufactura de piezas aeronáuticas.					
Tiempo Asignado	Horas del Saber	3	Horas del Saber Hacer	7	Horas Totales	10

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actucional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
Formatos de modelos 3D.	Reconocer los tipos de formatos de modelos 3D reconocidos por el software de impresión 3D.	Generar o importar piezas 3D en los formatos aceptados por el software de impresión 3D.	Desarrollar el pensamiento analítico y crítico a través de la identificación de conceptos para la toma de decisión. Asumir la responsabilidad para realizar trabajos en laboratorios especializados respetando normas, horarios de trabajo y fechas de entrega de resultados. Desarrollar con honestidad las actividades pertinentes.
Software para impresión 3D.	Describir los siguientes conceptos: - Software de corte 3D (Slicer). - Orientación de pieza. - Escala de pieza. - Soporte de impresión. - Elementos de adhesión impresos. - Temperaturas de impresión. - Velocidades de impresión. - Flujo de material. - Densidad de impresión. - Calidad de impresión. - Paredes y torres de limpieza. - Generación de código G.	Realizar la preparación de una pieza 3D en un software de corte 3D que incluya: - Orientación de pieza. - Escala de pieza. - Asignación de soportes de impresión. - Configuración de impresión. Generar código G.	

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-53.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	
Análisis de casos Prácticas de laboratorio Equipos colaborativos Prácticas guiadas Resolución de problemas	-Medios audiovisuales -Internet -Software de diseño asistido por computadora -Software de impresión 3D -PC -Repositorios de modelos 3D -Material y equipo audiovisual. -Laboratorio de manufactura aditiva	Laboratorio / Taller	X
		Empresa	

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
Los estudiantes identifican los diferentes tipos de formatos 3D utilizados en la manufactura aditiva. Los estudiantes manipulan y preparará piezas 3D dentro de software para manufactura aditiva. Los estudiantes generan código G a partir de un software de manufactura aditiva para ser transferido a un equipo de impresión 3D.	A partir de un ejercicio práctico entregar un portafolio digital de evidencia que contenga: - Modelo 3D a ser manufacturado en formato original y/o formato aceptado por el software de impresión 3D. - Archivo del proyecto de impresión 3D. - Archivo con código G. - Vídeo de la vista previa del proceso de impresión obtenido desde el software de impresión.	Rúbrica Portafolio de evidencias

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-53.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad de Aprendizaje	IV. Impresión 3D					
Propósito esperado	El estudiante desarrollará el proceso de fabricación aditiva de piezas aeronáuticas para contribuir al proceso de manufactura aeronáutica.					
Tiempo Asignado	Horas del Saber	6	Horas del Saber Hacer	14	Horas Totales	20

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actucional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
Transferencia de archivos.	Explicar los procesos de transferencia de archivos a los equipos de manufactura aditiva: - Red - Medios externos de almacenamiento. - Conexión directa.	Transferir archivos de impresión 3D por diferentes medios.	Desarrollar el pensamiento analítico y crítico a través de la identificación de conceptos para la toma de decisión.
Proceso de impresión.	Explicar los parámetros a observar durante el proceso de manufactura aditiva.	Supervisar un proceso de manufactura aditiva.	Asumir la responsabilidad para realizar trabajos en laboratorios especializados respetando normas, horarios de trabajo y fechas de entrega de resultados.
Identificación de problemas de impresión.	Identificar los problemas de impresión más comunes: - Dimensional. - Adhesión. - Extrusión. - Capas. - Deformación. - Hilos y exudaciones.	Resolver problemas de impresión 3D.	Desarrollar con honestidad las actividades pertinentes.
Post-impresión.	Describir las operaciones de postproceso de una pieza: - Remoción de pieza.	Postprocesar una pieza 3D impresa. (Limpiado y detallado de piezas)	

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-53.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

	<ul style="list-style-type: none"> - Limpieza de soportes. - Curado de material. - Acabado superficial. 		
Impresión 3d avanzada.	Describir métodos avanzados de manufactura aditiva: <ul style="list-style-type: none"> - Impresión con múltiples materiales. - Impresión de materiales de alto rendimiento y para uso específico. - Impresión de ensamblajes por el método de impresión en una sola pieza. (Print-in-place). 	Realizar impresión de piezas 3D utilizando métodos avanzados.	

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	
Análisis de casos Prácticas de laboratorio Equipos colaborativos Prácticas guiadas Resolución de problemas	<ul style="list-style-type: none"> -Medios audiovisuales -Internet -Software de diseño asistido por computadora -Software de impresión 3D -PC -Equipo de manufactura aditiva -Material para manufactura aditiva -Repositorios de modelos 3D -Material y equipo audiovisual. -Laboratorio de manufactura aditiva 	Laboratorio / Taller	X
		Empresa	

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-53.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
<p>Los estudiantes transfieren programas con código G a los equipos de manufactura aditiva mediante varios métodos.</p> <p>Los estudiantes realizan la manufactura aditiva de piezas aeronáuticas.</p> <p>Los estudiantes realizan un proceso de post-impresión sobre las piezas impresas. (Limpieza y detallado)</p> <p>Los estudiantes evalúa el resultado de la manufactura aditiva.</p>	<p>A partir de un ejercicio práctico entregar un portafolio de evidencia que contenga:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pieza impresa 3D post-procesada (Limpieza y detallado). - Reporte de inspección de la pieza. 	<p>Rúbrica</p> <p>Portafolio de evidencias</p>

Perfil idóneo del docente		
Formación académica	Formación Pedagógica	Experiencia Profesional
Ing. Aeronáutico, Mecánico o afín.	Manejo de herramientas didácticas para enseñanza-aprendizaje, de evaluación, técnicas de manejo de grupos.	Experiencia en docencia impartiendo asignaturas afines, cursos relacionados a diseño mecánico y manufactura aditiva.

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-53.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

Referencias bibliográficas					
Autor	Año	Título del documento	Lugar de publicación	Editorial	ISBN
Gibson, Ian; Rosen, David; Stucker, Brent; Khorasani, Mahyar	2021	Additive Manufacturing Technologies	USA	Springer	ISBN: 9783030561260
Francis H. Froes, Rodney Boyer, and B. Dutta	2019	Additive Manufacturing for the Aerospace Industry	INDIA	Elsevier	ISBN: 9780128140628
Horvath, Joan; Cameron, Rich	2020	Mastering 3D Printing: A Guide to Modeling, Printing, and Prototyping		Apress	ISBN: 978-1484258415

Referencias digitales			
Autor	Fecha de recuperación	Título del documento	Vínculo
PRUSA Research	03-06-24	PRUSA ACADEMY	https://www.prusa3d.com/es/categoria/prusa-academy/
All3P	03-06-24	All3DP	all3dp.com
Stratasys	03-06-24	Stratasys	stratasys.com
Ultimaker	03-06-24	Ultimaker	ultimaker.com/learn
Formlabs	03-06-24	Formlabs	formlabs.com

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-53.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	