

PROGRAMA DE ASIGNATURA: METROLOGÍA DIMENSIONAL

CLAVE: E-MD-1

Propósito de aprendizaje de la Asignatura		El alumno verificará las dimensiones y precisión de piezas a través de métodos e instrumentos de medición y considerando la normatividad aplicable, para cumplir con los requerimientos de fabricación y seguridad.			
Competencia a la que contribuye la asignatura		Desarrollar sistemas de manufactura aeronáutica mediante herramientas matemáticas, administrativas, software especializado, maquinaria y equipo de alta tecnología considerando especificaciones técnicas del producto, recursos humanos, materiales, económicos, sistemas de manufactura y normatividad aplicable, mejora continua para incrementar la competitividad y contribuir con la innovación tecnológica y desarrollo sustentable de las empresas del sector.			
Tipo de competencia	Cuatrimestre	Créditos	Modalidad	Horas por semana	Horas Totales
Específica	3	5.62	Escolarizada	5	90

Unidades de Aprendizaje	Horas del Saber	Horas del Saber Hacer	Horas Totales
	I.- Fundamentos de metrología dimensional	5	5
II.- Instrumentos de medición	10	30	40
III.- Superficies planas de referencia y rugosidad	10	15	25

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

IV.- Medición de tolerancias (planitud, paralelismo, perpendicularidad, cilindridad, posición y alabeo).	5	10	15
Totales	30	60	90

Funciones	Capacidades	Criterios de Desempeño
Implementar procesos productivos de manufactura en el ramo aeronáutico con base en el diseño del proceso de producción, de acuerdo al plan maestro de producción y las condiciones de operación de los procesos para cumplir los requerimientos del cliente.	Planificar las etapas de la implementación a través de las herramientas de gestión de proyectos definiendo los criterios de éxito de la implementación para el logro de los objetivos del proceso de manufactura	Elaborar un reporte que contenga: Plan agregado - Pronósticos de producción - Estimación de inventarios - Estimación de mano de obra - Estimación de indicadores Selección de proveedores de materiales. - Criterios de éxito de la implementación - un cronograma detallado que incluya todas las etapas del proceso de implementación.
	Organizar el sistema de trabajo a través de la designación de recursos a las estaciones de trabajo para dar cumplimiento al plan maestro de producción.	Elaborar un informe que contenga: - Enfoque de producción - Layout - Formatos para control de la producción - Formatos de instrucciones de trabajo - Ayudas visuales - Plan de capacitación
	Supervisar procedimientos operativos estándar, asegurando que todos los procedimientos estén claramente definidos, documentados y comunicados a todo el personal involucrado, para ejecutar los procesos de manera estándar y cumpliendo con los requisitos de calidad.	A partir de un caso práctico de estudio, completar una lista de verificación basado en los procedimientos operativos y en las características de calidad del producto.

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

	<p>Implementar sistemas de monitoreo y control a través de la incorporación en el proceso de manufactura de inspecciones visuales, de NDT, pruebas de laboratorio, pruebas funcionales y análisis estadístico para la comprobación de los criterios de aceptación y normatividad, asegurando la calidad del producto en cada etapa del proceso.</p>	<p>A partir de un caso práctico de estudio, presenta un reporte que contenga:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hojas de control - Normas o criterios de aceptación Selección de puntos de inspección - Selección de controles - Métodos de inspección y/o prueba
	<p>Documentar las revisiones, manteniendo los registros detallados de todo el proceso de implementación, incluyendo las lecciones aprendidas del proyecto de manufactura a través de las "mejores prácticas de administración de proyectos" para el aprovechamiento de las oportunidades y para la solución de los problemas</p>	<p>A partir de un proyecto de manufactura, generar la bitácora de eventos relevantes presentados en la ejecución de las etapas del proyecto y las acciones correctivas.</p>

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

UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad de Aprendizaje	I. Fundamentos de metrología dimensional					
Propósito esperado	El alumno determinará el margen de error e incertidumbre en la medición de piezas aeronáuticas para contribuir a la calidad de los productos.					
Tiempo Asignado	Horas del Saber	5	Horas del Saber Hacer	5	Horas Totales	10

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actuacional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
Normas y normalización	Identificar los conceptos de norma y normalización y la normatividad aplicable a metrología dimensional.: AISI, ANSI, ISO, ASME, ASTM, GD&T, DIN y NOM. Reconocer la equivalencia entre unidades de medición.	Determinar los tipos de errores e incertidumbre presentados en la manufactura de piezas mecánicas.	Desarrollar el pensamiento analítico a través de la identificación de conceptos para resolver problemas de medición. Desarrollar habilidades de Responsabilidad para la

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

Error e incertidumbre	<p>Explicar los conceptos de incertidumbre, error fortuito, error relativo y error absoluto.</p> <p>Identificar el concepto de medición de incertidumbre.</p>	<p>Seleccionar instrumentos de medición de acuerdo a las variables y/o tolerancia que se miden, y así como la precisión requerida</p> <p>Determinar la dimensión de piezas y componentes aeronáuticos mediante calibrador vernier.</p> <p>Comparar las mediciones obtenidas con la información de planos de ingeniería.</p> <p>Realizar lecturas dimensionales empleando las plataformas y tecnologías de cómputo en la nube.</p>	<p>entrega de actividades y trabajos individuales y en equipo en tiempo y forma</p> <p>Desarrollar habilidades de observación para identificar los tipos de instrumentos de medición que se pueden utilizar para la medición de las características de las piezas y asegurar que cumplen con la calidad deseada</p>
-----------------------	---	---	---

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	
Tareas de investigación Equipos colaborativos Prácticas en laboratorio	Material audiovisual Internet Equipo multimedia Catálogo de normas Equipo de medición	Laboratorio / Taller	X
		Empresa	

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

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
<p>Los estudiantes identifican normas nacionales e internacionales utilizadas en la manufactura aeronáutica</p> <p>Analizan los sistemas de unidades utilizados para la medición de piezas aeronáuticas</p> <p>Comprenden el procedimiento de detección de errores en piezas de manufactura aeronáutica</p> <p>Comprenden el procedimiento de detección de incertidumbre en piezas de manufactura aeronáutica</p>	<p>A partir de un ejercicio práctico de manufactura aeronáutica, elabora un reporte que contenga:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Las normas aplicadas a partes y componentes aeronáuticos presentados - Conversiones de las mediciones en los sistemas de unidades - Registro y cálculo de los tipos de errores detectados en el proceso de manufactura - Determinación de la Incertidumbre - Conclusiones 	<p>Caso práctico</p> <p>Lista de cotejo</p>

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

UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad de Aprendizaje	II. Instrumentos de medición					
Propósito esperado	El alumno determinará la dimensión de piezas mecánicas para contribuir a su validación.					
Tiempo Asignado	Horas del Saber	10	Horas del Saber Hacer	30	Horas Totales	40

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actuacional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
Instrumentos de medición portátiles y/o físicos	Identificar los tipos de instrumentos de medición y sus características: Calibrador vernier, micrómetro, indicadores, reglas rígidas, goniómetro, medidor de alturas, escuadras y niveles.	<p>Seleccionar instrumentos de medición de acuerdo a las variables y/o tolerancia que se miden, y así como la precisión requerida</p> <p>Determinar la dimensión de piezas y componentes aeronáuticos mediante calibrador vernier.</p> <p>Comparar las mediciones obtenidas con la información de planos de ingeniería.</p> <p>Realizar lecturas dimensionales empleando las plataformas y tecnologías de cómputo en la nube.</p>	<p>Desarrollar el pensamiento analítico a través de la identificación de conceptos para resolver problemas de medición.</p> <p>Desarrollar habilidades de Responsabilidad para la entrega de actividades y trabajos individuales y en equipo en tiempo y forma</p> <p>Desarrollar habilidades de observación para identificar los tipos de instrumentos de medición que se pueden utilizar para la medición de las características de las piezas y asegurar que cumplen con la calidad deseada.</p>
Calibrador vernier físico y virtual.	Identificar tipos, escalas, precisión, mantenimiento y aplicación de los micrómetros.	<p>Determinar la dimensión de piezas y componentes aeronáuticos mediante micrómetro.</p> <p>Comparar las mediciones obtenidas con la información de planos de ingeniería.</p>	

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

		Medir partes y componentes, considerando su geometría, características mecánicas.	
Micrómetros físicos y virtuales	Identificar los tipos de instrumentos utilizados en dimensionamiento geométrico: CMM y micrómetro láser.	Comparar las mediciones obtenidas con la información de planos de ingeniería.	
Instrumentos de medición de geometría y prueba	Identificar los tipos de instrumentos de medición utilizados en pruebas mecánicas: durómetro, rugosímetro y máquina de impacto.	Medir partes y componentes mecánicos con instrumentos de medición ópticos.	
Instrumentos de medición ópticos	Describir los tipos, escalas, precisión, y aplicación de los instrumentos de medición ópticos: comparador óptico, lupa con retícula y microscopio.	Elaborar o preparar reportes de medición de un componente o un ensamblaje	

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

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	
"Tareas de investigación Equipos colaborativos Prácticas en laboratorio"	Material audiovisual Internet Equipo multimedia Catálogo de normas Equipo de medición	Laboratorio / Taller	X
		Empresa	

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
<p>Los estudiantes identifican los tipos de instrumentos de control dimensional</p> <p>Comprenden las características de los calibradores tipo vernier y micrómetro</p> <p>Comprenden la operación de instrumentos de medición para geometría y prueba</p> <p>Realizan la medición de piezas o componentes mecánicos</p>	<p>A partir de un ejercicio práctico con piezas mecánicas, elabora un reporte que contenga:</p> <ul style="list-style-type: none"> - La selección de los equipos o instrumentos a utilizar para la medición y su justificación - El registro de lecturas realizadas en la pieza mecánica - Validación de las medidas realizadas contra los parámetros especificados - Conclusiones 	<p>Caso práctico</p> <p>Lista de cotejo</p>

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

UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad de Aprendizaje	III. Superficies planas de referencia y rugosidad					
Propósito esperado	El alumno determinará el estado superficial de piezas para garantizar la precisión de los productos aeronáuticos.					
Tiempo Asignado	Horas del Saber	10	Horas del Saber Hacer	15	Horas Totales	25

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actuacional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
Superficies planas	<p>Describir las superficies planas y sus especificaciones: mesa de granito, superficies de referencia y superficies de apoyo o soporte.</p> <p>Explicar el proceso de medición de piezas mecánicas en superficies planas mediante instrumentos (comparador de altura, indicador de carátula, bloques "V").</p> <p>Explicar el uso y cuidado de superficies planas.</p>	<p>Medir piezas mecánicas en superficies planas.</p> <p>Comparar las mediciones obtenidas con la información de planos de ingeniería.</p>	<p>Desarrollar el pensamiento analítico a través de la identificación de conceptos para resolver problemas de medición.</p> <p>Desarrollar habilidades de Responsabilidad para la entrega de actividades y trabajos individuales y en equipo en tiempo y forma</p>
Rugosidad	<p>Reconocer el concepto de rugosidad en el acabado de piezas mecánicas, tipos y simbología</p> <p>Explicar el proceso de medición de rugosidad en piezas mecánicas.</p>	<p>Seleccionar el instrumento de medición considerando la precisión requerida por las especificaciones de la superficie a medir.</p> <p>Medir acabados superficiales de piezas y componentes mecánicos.</p> <p>Verificar el grado de rugosidad por patrones cualitativos.</p>	<p>Desarrollar habilidades de observación para identificar los tipos de instrumentos de medición que se pueden utilizar para la medición de las características de las piezas y asegurar que cumplen con la calidad deseada.</p>

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

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	X
Tareas de investigación Equipos colaborativos Prácticas en laboratorio	Plano de pieza Pieza mecánica Mesa de trabajo Instrumentos de medición	Laboratorio / Taller	X
		Empresa	

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
<p>Los estudiantes identifican los tipos y características de las superficies planas</p> <p>Comprenden la operación de instrumentos de medición para rugosidad</p> <p>Analizan la simbología utilizada en la medición de rugosidad</p> <p>Realizan la medición de acabados superficiales en piezas</p>	<p>A partir de un ejercicio práctico con piezas mecánicas, elabora un reporte que contenga:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Las superficies planas de referencia consideradas - El tipo de instrumento de medición de la rugosidad y su justificación - El registro de medidas y/o grado de rugosidad - La simbología que aplica en la medición de la pieza - Conclusiones 	<p>Caso práctico</p> <p>Lista de cotejo</p>

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

UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad de Aprendizaje	IV. Medición de tolerancias (planitud, paralelismo, perpendicularidad, cilindridad, posición y alabeo).					
Propósito esperado	El alumno determinará las variaciones de medición dentro de tolerancias geométricas especificadas para contribuir a los criterios de aceptación de los componentes aeronáuticos					
Tiempo Asignado	Horas del Saber	5	Horas del Saber Hacer	10	Horas Totales	15

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actucional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
Uso de referencias (V-block, mesa de granito)	Identificar las superficies de referencia utilizadas en la medición de tolerancias Analizar las técnicas y dispositivos de medición usados en conjunto de superficies de referencia	Ejecutar mediciones utilizando referencias (V-block, mesa de granito)	Desarrollar el pensamiento analítico a través de la identificación de conceptos para resolver problemas de medición.
Medición de tolerancias	Identificar las técnicas de medición de tolerancias geométricas: (planitud, paralelismo, perpendicularidad, cilindridad)	Ejecutar la medición de tolerancias geométricas	Desarrollar habilidades de Responsabilidad para la entrega de actividades y trabajos individuales y en equipo en tiempo y forma
Medición de posición (true position, condición virtual)	Identificar la metodología para la medición de la posición real (true position) Identificar la metodología para el cálculo de la condición virtual basado en la condición de máximo de material	Ejecutar el cálculo de la posición real Ejecutar los cálculos para la condición virtual y el desarrollo de poka-yoke	Desarrollar habilidades de observación para identificar los tipos de instrumentos de medición que se pueden utilizar para la medición de las características de las piezas y asegurar que cumplen con la calidad deseada
Aplicaciones en mecanizado para indicadores: Carátula, pestaña	Reconocer la tolerancia de alabeo, alabeo total y paralelismo Identificar las técnicas de medición del alabeo aplicado a máquinas - herramientas	Ejecutar mediciones con indicadores: Carátula, pestaña	

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

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	
Tareas de investigación Equipos colaborativos Prácticas en laboratorio	Plano de pieza Pieza mecánica Mesa de trabajo Instrumentos de medición	Laboratorio / Taller	X
		Empresa	

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
<p>Los estudiantes identifican los tipos y características de los métodos de medición de tolerancias</p> <p>Comprenden la operación de instrumentos de calibración</p> <p>Realizan calibración con indicadores</p> <p>Calculan la condición virtual de un ensamble</p> <p>Calculan la posición real de elementos que se encuentren en un componente a ser ensamblado</p>	<p>A partir de un ejercicio práctico con piezas mecánicas, elabora un reporte que contenga:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Los métodos utilizados para la medición de tolerancias - El tipo de instrumento de calibración y su justificación - Cálculos realizados para la condición virtual de una pieza que se vaya a manufacturar - Cálculos de posición real de los elementos de un ensamble - Reporte de inspección de piezas medidas - Conclusiones 	<p>Caso práctico</p> <p>Lista de cotejo</p>

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

Perfil idóneo del docente		
Formación académica	Formación Pedagógica	Experiencia Profesional
Profesionista en el área de ingeniería industrial, mecánica, aeronáutica o afín	Al menos dos años de experiencia en la enseñanza de la metrología dimensional	Al menos un año de experiencia en su área de formación y experiencia en el área de calidad y laboratorios de calibración, metrología, instrumentos de medición y superficies de referencia

Referencias bibliográficas					
Autor	Año	Título del documento	Lugar de publicación	Editorial	ISBN
Adriana Guerrero Peña, et al.	(2019)	Introducción de errores en la medición	Medellín Colombia	Fondo Editorial ITM	
Jaime Restrepo Díaz.	(2015)	Metrología. Aseguramiento metrológico Industrial	Medellín Colombia	Fondo Editorial ITM	
Carlos González González	(2018)	Metrología	Montevideo Uruguay	Mc. Graw Hill	
María Jesús Martín Sánchez, et al.	(2019)	Metrología Dimensional	Málaga España	Universidad de Málaga	
Lorenzo Sevilla Hurtado.	(2014)	Metrología Dimensional	Málaga España	Universidad de Málaga	

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

Referencias digitales			
Autor	Fecha de recuperación	Título del documento	Vínculo

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