

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO  
LICENCIATURA DE INGENIERÍA MECÁNICA



PROGRAMA DE ESTUDIOS

ANÁLISIS DE TOLERANCIAS

<b>Elaboró:</b>	<u>Mtro. Jorge Saúl Gallegos Molina</u>	<u>Facultad de Ingeniería</u>
	<u>Mtro. Emilio Filemón Munguía Ponce</u>	<u>Facultad de Ingeniería</u>
	<u>Ing. Ernesto Jilote Porcayo</u>	<u>Facultad de Ingeniería</u>

<b>Asesoría técnica:</b>	<u>Lic. Araceli Rivera Guzmán</u>	<u>Dirección de Estudios Profesionales</u>
--------------------------	-----------------------------------	--

<b>Fecha de aprobación:</b>	<u>H. Consejo Académico</u> <u>12 de septiembre de 2022</u>	<u>H. Consejo de Gobierno</u> <u>13 de septiembre de 2022</u>
-----------------------------	--	--

**Facultad de Ingeniería**

DIRECCIÓN DE ESTUDIOS  
PROFESIONALES



Departamento de Desarrollo Curricular

Programa de Estudios  
Aprobado por los HH. Consejos  
Académico y de Gobierno



## Índice

	<b>Pág.</b>
<b>I. Datos de identificación.</b>	3
<b>II. Presentación del programa de estudios.</b>	4
<b>III. Ubicación de la unidad de aprendizaje en el mapa curricular.</b>	6
<b>IV. Objetivos de la formación profesional.</b>	10
<b>V. Objetivos de la unidad de aprendizaje.</b>	11
<b>VI. Contenidos de la unidad de aprendizaje y su organización.</b>	12
<b>VII. Acervo bibliográfico.</b>	16



**I. Datos de identificación.**

Espacio académico donde se imparte

Estudios profesionales

Unidad de aprendizaje  Clave

Carga académica

<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="4"/>
Horas teóricas	Horas prácticas	Total de horas	Créditos

Carácter  Tipo  Periodo escolar

Área curricular  Núcleo de formación

Seriación

UA Antecedente

UA Consecuente

Formación común

No presenta





## II. Presentación del programa de estudios.

Las tolerancias dimensionales, geométricas y ajustes son elementos esenciales en el diseño de productos debido a que influyen directamente en su desempeño, ensamble, durabilidad y confiabilidad. En el diseño mecánico la asignación de tolerancias es un aspecto crítico, debido a que influyen en la calidad y costos del producto. La asignación de tolerancias con intervalos de valores amplios, puede originar problemas de ensamble y funcionalidad del producto, mientras que el empleo de tolerancias con intervalos de valores estrechos, puede incrementar el tiempo y costos de fabricación, así como reducir la productividad. El análisis de las tolerancias en el diseño y fabricación de productos se ha convertido en un factor clave en las empresas de generación de bienes o productos, debido principalmente por los objetivos de reducir los costos de fabricación, así como de incrementar la productividad y mejorar la calidad de los productos.

Para alcanzar estos objetivos, el análisis de tolerancias desde la etapa del diseño del producto aporta importantes beneficios, debido a que nos permite identificar y evaluar los efectos que originan las variaciones en las tolerancias dimensionales geométricas y ajustes en los procesos de fabricación y ensamble, costos de producción, selección de maquinaria, herramientas, selección de instrumentos de inspección, etc. Actualmente existen varios métodos para el análisis de tolerancias, donde los requerimientos funcionales o de ensamble del producto, constituyen el punto de partida para el análisis, evaluación y validación de las tolerancias del diseño. Entre los métodos más comunes se encuentran los basados en diagramas o eslabones de tolerancias, así como en muestreo y análisis estadístico, y en los últimos años se han incorporado herramientas informáticas, como es el caso de algunos softwares de diseño asistido por computadora (CAD) que incorporan aplicaciones para el análisis de tolerancias.

La unidad de aprendizaje de Análisis de tolerancias, se encuentra ubicada en el núcleo de formación integral, y permite conjuntar en el estudiante de la Licenciatura de Ingeniería Mecánica, los conocimientos teóricos previamente adquiridos relacionados con el Dibujo mecánico y Metrología dimensional; donde mediante el uso de los métodos basados en cadenas de tolerancias, así como en estudios estadísticos y uso de un software CAD, se realizarán los análisis de tolerancias en el diseño del producto para asegurar su funcionalidad, ajuste y ensamble. Por tal motivo, la unidad de aprendizaje de Análisis de tolerancias se presenta en 4 unidades temáticas.

La unidad temática 1 presenta un panorama general de los métodos más comunes utilizados para el análisis de tolerancias en el diseño del producto; donde se exponen las principales características de estos métodos basados en eslabones de tolerancias, métodos estadísticos y también se mencionan los principales softwares CAD con aplicaciones para el análisis de tolerancias. En la unidad temática 2 se presenta el proceso de análisis de tolerancias dimensionales, se exponen la terminología y normativa vigente para las calidades de tolerancia (IT), donde a través del análisis de casos prácticos se muestra la asignación de las calidades IT conforme al proceso de fabricación o exactitud de la pieza requerida. La unidad





temática 3 muestra el análisis en las tolerancias de los ajustes mecánicos, así como su normativa vigente. Se presenta también el uso de los sistemas de ajustes referenciados al barreno o eje; así mismo, se realiza el análisis de casos prácticos para la integración de los conocimientos teóricos con los prácticos en el estudiante. Por último, en la unidad temática 4 se presenta el análisis de las Tolerancias Geométricas (GD&T) en el diseño del producto; se expone la normativa vigente y los principales conceptos y características a considerar para el análisis de cada uno de los diferentes tipos de tolerancias. Para reforzar el aprendizaje en el análisis de las tolerancias GD&T, esta unidad temática señala la realización de análisis de casos prácticos, donde se realiza el análisis de los diferentes tipos de tolerancias GD&T, aplicando los métodos de análisis descritos en la unidad temática 1. En la unidad temática 4 también se incorpora el uso del método de análisis de tolerancias mediante el uso de un software CAD especializado, tanto para componentes individuales, como para ensambles mecánicos.

La presente unidad de aprendizaje proporciona al egresado de la Licenciatura de Ingeniería Mecánica, los conocimientos y técnicas para diseñar componentes y sistemas mecánicos, proponiendo y evaluando valores de tolerancias dimensionales, geométricas y ajustes mecánicos, que garanticen el correcto funcionamiento, confiabilidad y ensamble de los productos diseñados. Adicionalmente también aporta al perfil del egresado, el desarrollo de habilidades de análisis y toma de decisiones con base en los resultados obtenidos en el estudio y evaluación de las tolerancias propuestas dentro del diseño. Dentro del ámbito laboral, la adquisición de estos conocimientos, técnicas y habilidades en el egresado de la Licenciatura de Ingeniería Mecánica, le permiten fortalecer su planificación, análisis y mejora de nuevos diseños mecánicos de una gran diversidad de componentes, así como de los ya existentes dentro de la empresa.





### III. Ubicación de la unidad de aprendizaje en el mapa curricular

MAPA CURRICULAR DE LA LICENCIATURA DE INGENIERÍA MECÁNICA, 2019

	PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5	PERIODO 6	PERIODO 7	PERIODO 8	PERIODO 9	PERIODO 10	
O B L I G A T O R I A S	El ingeniero y su entorno socioeconómico 3 1 4 7	Epistemología 3 1 4 7	Cultura y comunicación 2 1 3 5	Métodos numéricos 1 3 4 5	Problemas socioeconómicos de México 1 2 3 4	Investigación de operaciones 3 2 5 8	Administración industrial 1 3 4 5	Administración de la producción 1 3 4 5	Ética en ingeniería 2 2 4 5		
	Álgebra superior 3 1 4 7	Álgebra lineal 3 1 4 7	Probabilidad y estadística 3 1 4 7	Mecánica del medio continuo 3 2 5 8	Ciencia de materiales II 1 3 4 5	Dinámica de sistemas 1 2 3 4	Control clásico 2 1 3 5	Automatización de procesos industriales 2 4 6 8	Informes técnicos en ingeniería 3 2 5 8		
	Geometría analítica 3 1 4 7	Cálculo II 3 1 4 7	Cálculo III 3 1 4 7	Electricidad y magnetismo 3 2 5 8	Metrología eléctrica y electrónica 1 2 3 4	Máquinas eléctricas 1 4 5 6	Instalaciones eléctricas industriales 1 3 4 5	Diseño de elementos de máquinas 2 3 6 7	Diseño de herramientas 1 3 4 5		
	Cálculo I 3 1 4 7	Ecuaciones diferenciales 3 1 4 7	Dinámica 3 1 4 7	Vibraciones mecánicas 2 1 3 5	Circuitos eléctricos 1 3 4 5	Electrónica 1 3 4 5	Ingeniería económica 1 3 4 5	Proyectos de ingeniería 1 2 3 4	Gestión empresarial 1 3 4 5		
	Mecánica de la partícula 3 2 5 8	Estática 3 1 4 7	Mecánica de materiales 3 2 5 8	Microeconomía 2 2 4 6	Termodinámica 3 2 5 8	Ingeniería térmica 2 3 5 7	Transferencia de calor 2 2 5 6	Diseño de equipo térmico 1 4 5 6	Control ambiental 1 2 3 4		
	Programación básica 2 2 4 6	Dibujo mecánico I 1 3 4 5	Química 3 1 4 7	Ciencia de materiales I 1 1 3 4	Procesos de manufactura 1 1 5 6	Desarrollo de habilidades directivas 1 2 3 4	Mecánica de fluidos 3 2 5 8	Turboquinana 1 2 4 5			
			Metrología dimensional 0 3 5 3	Dibujo mecánico II 0 5 5 5	Análisis de mecanismos 2 3 5 7	Diseño de transmisiones 1 2 3 4	Manufactura aplicada 0 4 4 4				
		Inglés 5 2 2 4 6	Inglés 6 2 2 4 6	Inglés 7 2 2 4 6	Inglés 8 2 2 4 6	Integrativa profesional* - - - 8	Termoquímica 1 3 4 5				
								Optativa 1 0 4 4 4	Optativa 3 0 4 4 4		
								Optativa 2 0 4 4 4	Optativa 4 0 2 4 4		
								Optativa 5 0 4 4 4			
	HT 17 HP 8 TH 25 CR 42	HT 18 HP 10 TH 28 CR 46	HT 19 HP 12 TH 31 CR 50	HT 14 HP 19 TH 33 CR 47	HT 12 HP 21 TH 33 CR 45	HT 10 HP 18** TH 28** CR 46	HT 11 HP 21 TH 32 CR 43	HT 8 HP 27 TH 35 CR 43	HT 8 HP 24 TH 32 CR 40	HT - HP - TH - CR 30	





Proyecto curricular de la Licenciatura de Ingeniería Mecánica  
Reestructuración, 2019  
Secretaría de Docencia • Dirección de Estudios Profesionales



DISTRIBUCIÓN DE LAS UNIDADES DE APRENDIZAJE OPTATIVAS

	PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5	PERIODO 6	PERIODO 7	PERIODO 8	PERIODO 9	PERIODO 10
O P T A T I V A S							A d m i n i s t r a t i v a	Calidad y normatividad 0-0 2-2 4-4 4-4		
								Contabilidad administrativa 0-0 2-2 4-4 4-4	World class manufacturing 0-0 2-2 4-4 4-4	
								Mantenimiento industrial 0-0 2-2 4-4 4-4	Proyectos industriales 0-0 2-2 4-4 4-4	
								Psicología industrial 0-0 2-2 4-4 4-4		
								Producción automatizada 0-0 2-2 4-4 4-4		
								Análisis de tolerancias 0-0 2-2 4-4 4-4	Die and mold design 0-0 2-2 4-4 4-4	
								Diseño de mecanismos 0-0 2-2 4-4 4-4	Método del elemento finito 0-0 2-2 4-4 4-4	
								Diseño mecánico especializado 0-0 2-2 4-4 4-4		
								Tribología 0-0 2-2 4-4 4-4		
								Diseño de experimentos 0-0 2-2 4-4 4-4	Calibración automotriz 0-0 2-2 4-4 4-4	
						Ingeniería de manufactura automotriz 0-0 2-2 4-4 4-4	Diseño de sistemas de transmisión 0-0 2-2 4-4 4-4			
						Engineering in the automotive industry 0-0 2-2 4-4 4-4				
						Sistemas automotrices 0-0 2-2 4-4 4-4				
							D i s e ñ o  m e c á n i c o			
							I A n g t e o n m i e r r í i z			

DIRECCIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES



Departamento de Desarrollo Curricular

Programa de Estudios  
Aprobado por los HH. Consejos  
Académico y de Gobierno





Proyecto curricular de la Licenciatura de Ingeniería Mecánica  
Reestructuración, 2019  
Secretaría de Docencia • Dirección de Estudios Profesionales



	PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5	PERIODO 6	PERIODO 7	PERIODO 8	PERIODO 9	PERIODO 10										
O P T A T I V A S								<table border="1"> <tr><td>Materiales poliméricos</td><td>0</td><td>2</td><td>2</td><td>4</td></tr> </table>	Materiales poliméricos	0	2	2	4	<table border="1"> <tr><td>Diseño de sistemas de manufactura</td><td>0</td><td>2</td><td>2</td><td>4</td></tr> </table>	Diseño de sistemas de manufactura	0	2	2	4	
	Materiales poliméricos	0	2	2	4															
	Diseño de sistemas de manufactura	0	2	2	4															
								<table border="1"> <tr><td>Tecnologías para el reciclado de plásticos</td><td>0</td><td>2</td><td>2</td><td>4</td></tr> </table>	Tecnologías para el reciclado de plásticos	0	2	2	4	<table border="1"> <tr><td>Computer aided manufacturing</td><td>0</td><td>2</td><td>2</td><td>4</td></tr> </table>	Computer aided manufacturing	0	2	2	4	
	Tecnologías para el reciclado de plásticos	0	2	2	4															
	Computer aided manufacturing	0	2	2	4															
								<table border="1"> <tr><td>Tecnologías de procesamiento de plásticos</td><td>0</td><td>2</td><td>2</td><td>4</td></tr> </table>	Tecnologías de procesamiento de plásticos	0	2	2	4	<table border="1"> <tr><td>Procesos de formado de metales</td><td>0</td><td>2</td><td>2</td><td>4</td></tr> </table>	Procesos de formado de metales	0	2	2	4	
	Tecnologías de procesamiento de plásticos	0	2	2	4															
	Procesos de formado de metales	0	2	2	4															
								<table border="1"> <tr><td>Caracterización de plásticos</td><td>0</td><td>2</td><td>2</td><td>4</td></tr> </table>	Caracterización de plásticos	0	2	2	4							
	Caracterización de plásticos	0	2	2	4															
								<table border="1"> <tr><td>Ahorro de energía eléctrica</td><td>0</td><td>2</td><td>2</td><td>4</td></tr> </table>	Ahorro de energía eléctrica	0	2	2	4	<table border="1"> <tr><td>Automatización avanzada</td><td>0</td><td>2</td><td>2</td><td>4</td></tr> </table>	Automatización avanzada	0	2	2	4	
Ahorro de energía eléctrica	0	2	2	4																
Automatización avanzada	0	2	2	4																
							<table border="1"> <tr><td>Control de sistemas de potencia</td><td>0</td><td>2</td><td>2</td><td>4</td></tr> </table>	Control de sistemas de potencia	0	2	2	4	<table border="1"> <tr><td>Diseño mecatrónico</td><td>0</td><td>2</td><td>2</td><td>4</td></tr> </table>	Diseño mecatrónico	0	2	2	4		
Control de sistemas de potencia	0	2	2	4																
Diseño mecatrónico	0	2	2	4																
							<table border="1"> <tr><td>Control digital</td><td>0</td><td>2</td><td>2</td><td>4</td></tr> </table>	Control digital	0	2	2	4	<table border="1"> <tr><td>Instalaciones electro mecánicas</td><td>0</td><td>2</td><td>2</td><td>4</td></tr> </table>	Instalaciones electro mecánicas	0	2	2	4		
Control digital	0	2	2	4																
Instalaciones electro mecánicas	0	2	2	4																
							<table border="1"> <tr><td>Robots</td><td>0</td><td>2</td><td>2</td><td>4</td></tr> </table>	Robots	0	2	2	4								
Robots	0	2	2	4																
							<table border="1"> <tr><td>Acondicionamiento de aire</td><td>0</td><td>2</td><td>2</td><td>4</td></tr> </table>	Acondicionamiento de aire	0	2	2	4	<table border="1"> <tr><td>Diseño de generadores de vapor</td><td>0</td><td>2</td><td>2</td><td>4</td></tr> </table>	Diseño de generadores de vapor	0	2	2	4		
Acondicionamiento de aire	0	2	2	4																
Diseño de generadores de vapor	0	2	2	4																
							<table border="1"> <tr><td>Ciclos de potencia avanzados</td><td>0</td><td>2</td><td>2</td><td>4</td></tr> </table>	Ciclos de potencia avanzados	0	2	2	4	<table border="1"> <tr><td>Thermal engine design</td><td>0</td><td>2</td><td>2</td><td>4</td></tr> </table>	Thermal engine design	0	2	2	4		
Ciclos de potencia avanzados	0	2	2	4																
Thermal engine design	0	2	2	4																
							<table border="1"> <tr><td>Diagnósticos energéticos</td><td>0</td><td>2</td><td>2</td><td>4</td></tr> </table>	Diagnósticos energéticos	0	2	2	4	<table border="1"> <tr><td>Diseño de turbomquinas</td><td>0</td><td>2</td><td>2</td><td>4</td></tr> </table>	Diseño de turbomquinas	0	2	2	4		
Diagnósticos energéticos	0	2	2	4																
Diseño de turbomquinas	0	2	2	4																
							<table border="1"> <tr><td>Máquinas de desplazamiento positivo</td><td>0</td><td>2</td><td>2</td><td>4</td></tr> </table>	Máquinas de desplazamiento positivo	0	2	2	4								
Máquinas de desplazamiento positivo	0	2	2	4																

DIRECCIÓN DE ESTUDIOS  
PROFESIONALES



Departamento de Desarrollo Curricular

Programa de Estudios  
Aprobado por los HH. Consejos  
Académico y de Gobierno





**SIMBOLOGÍA**

Unidad de aprendizaje	HT: Horas Teóricas
	HP: Horas Prácticas
	TH: Total de Horas
	CR: Créditos

→ 28 líneas de seriación.  
Créditos mínimos 22 y máximos 54 por periodo escolar.  
\*Actividad académica.  
\*\*Las horas de la actividad académica.  
† UA optativa que debe impartirse, cursarse y acreditarse en el idioma inglés.

	Núcleo básico obligatorio.
	Núcleo sustantivo obligatorio.
	Núcleo integral obligatorio.
	Núcleo integral optativo

**PARÁMETROS DEL PLAN DE ESTUDIOS**

Núcleo básico obligatorio: cursar y acreditar 21 UA	53
	30
	83
	136

Total del núcleo básico:  
acreditar 21 UA para cubrir  
136 créditos

Núcleo sustantivo obligatorio: cursar y acreditar 27 UA	44
	66
	110
	154

Total del núcleo sustantivo  
acreditar 27 UA para  
cubrir 154 créditos

Núcleo integral obligatorio: cursar y acreditar 15 UA + 2*	20
	44+**
	64+**
	122

Núcleo integral optativo: cursar y acreditar 5 UA	0
	20
	20
	20

Total del núcleo integral  
acreditar 20 UA + 2\* para  
cubrir 142 créditos

TOTAL DEL PLAN DE ESTUDIOS	
UA obligatorias	63 + 2 Actividades académicas
UA optativas	5
UA a acreditar	68 + 2 Actividades académicas
Créditos	432





#### IV. Objetivos de la formación profesional.

##### Objetivos del programa educativo:

Son objetivos de los estudios profesionales de la Licenciatura de Ingeniería Mecánica formar profesionales con alto sentido de responsabilidad, críticos, creativos y con vocación de servicio para la solución de problemas relacionados con la conversión de energía en sus diversas formas con la finalidad de favorecer a la sociedad para contribuir al desarrollo social, económico, tecnológico y sustentable del país.

##### Generales

- Ejercer el diálogo y el respeto como principios de la convivencia con sus semejantes, y de apertura al mundo.
- Reconocer la diversidad cultural y disfrutar de sus bienes y valores.
- Adquirir los valores de cooperación y solidaridad.
- Participar activamente en su desarrollo académico para acrecentar su capacidad de aprendizaje y evolucionar como profesional con autonomía.
- Asumir los principios y valores universitarios, y actuar en consecuencia.
- Aprender los modelos, teorías y ciencias que explican el objeto de estudio de su formación.
- Emplear habilidades lingüístico-comunicativas en una segunda lengua.
- Tomar decisiones y formular soluciones racionales, éticas y estéticas.
- Comprender y aplicar los principios subyacentes a los métodos, técnicas e instrumentos empleados en la intervención profesional.
- Emplear las habilidades técnicas y tecnológicas para evolucionar en el campo laboral.
- Desarrollar un juicio profesional basado en la responsabilidad, objetividad, credibilidad y la justicia.

##### Particulares

- Diseñar sistemas y procesos de control, en tiempo continuo y discreto empleando conocimientos de electricidad y magnetismo, circuitos eléctricos y electrónicos, máquinas eléctricas, control clásico, dinámica de sistemas, metrología eléctrica y electrónica; y automatización de procesos industriales para la automatización de procesos y sistemas industriales que contribuyan al aumento de la calidad y cantidad de la producción.



- Diseñar sistemas térmicos convencionales y alternativos utilizando los conocimientos de la termodinámica, mecánica de fluidos, termoquímica, transferencia de calor; turbomaquinaria, diseño térmico y control ambiental para contribuir a la disminución de: costos de producción, emisiones de contaminantes al ambiente utilizando la energía de manera eficiente y sustentable.
- Crear sistemas y procesos de control, en tiempo continuo y discreto empleando conocimientos de electricidad y magnetismo, circuitos eléctricos y electrónicos, máquinas eléctricas, control clásico, dinámica de sistemas, metrología eléctrica y electrónica; y automatización de procesos industriales para automatizar procesos y sistemas industriales que contribuyan al aumento de la calidad y cantidad de la producción.
- Evaluar proyectos de producción y manufactura utilizando los principios del valor de la inversión a través del tiempo, el tiempo de retorno de inversión, microeconomía, investigación de operaciones, administración industrial y de la producción, así como gestión empresarial para seleccionar de manera óptima los recursos humanos, materiales, técnicos y económicos de la producción industrial.

### **Objetivos del núcleo de formación:**

Proveer al alumno de escenarios educativos para la integración, aplicación y desarrollo de los conocimientos, habilidades y actitudes que le permitan el desempeño de funciones, tareas y resultados ligados a las dimensiones y ámbitos de intervención profesional o campos emergentes de la misma.

### **Objetivos del área curricular o disciplinaria:**

Proponer soluciones a problemas de flujo de fluidos, intercambio de energía, fallas en máquinas y procesos, así como de control y automatización de sistemas de producción aplicando los conocimientos de control, hidráulica, neumática, diseño de: equipo térmico, de elementos de máquinas, de herramienta y de mecanismo para construir máquinas, procesos y sistemas que den respuesta a las necesidades de confort humano a través de la conversión de energía.

### **V. Objetivos de la unidad de aprendizaje.**

Proponer las tolerancias funcionales, de fabricación y de ajustes de elementos de máquinas o piezas mediante el análisis dimensional y de tolerancias geométricas y ajustes para cumplir la calidad de diseño de los elementos, mecanismos y sistemas mecánicos.





## VI. Contenidos de la unidad de aprendizaje, y su organización.

**Unidad temática 1.** Métodos para el análisis de tolerancias en el diseño del producto

**Objetivo:** Distinguir los métodos principales en el análisis de tolerancias del diseño de un producto, mediante el análisis de sus principales características, alcances y requerimientos, para seleccionar el método más adecuado en la optimización de tolerancias dimensionales y geométricas.

**Temas:**

- 1.1 Importancia del análisis de tolerancias en el diseño del producto
- 1.2 Diseño para la manufactura (DFM) y diseño para el ensamble (DFA)
- 1.3 Características críticas del producto
- 1.4 Proceso de análisis de tolerancias en el diseño del producto
- 1.5 Método de cadenas de tolerancia
  - 1.5.1 Diagrama de lazo o eslabón en componentes mecánicos
  - 1.5.2 Análisis de espaciamentos en ensambles
  - 1.5.3 Método de los extremos ("peor caso")
- 1.6 Métodos estadísticos para el análisis de tolerancias del producto
  - 1.6.1 Suma de las raíces cuadradas (RSS)
  - 1.6.2 Muestreo estadístico, nivel de confianza y porcentaje de cobertura
  - 1.6.3 Índices de capacidad estadística ( $C_p$ ,  $C_{pk}$ ,  $C_{pm}$ ,  $P_p$  y  $P_{pk}$ ) del proceso
- 1.7 Análisis y asignación de tolerancias conforme al tipo de proceso de fabricación
- 1.7 Análisis de tolerancias del producto mediante software de diseño asistido por computadora (CAD)





## Unidad temática 2. Tolerancias dimensionales en los componentes mecánicos

**Objetivo:** Analizar tolerancias dimensionales en el diseño de componentes mecánicos, a través del análisis de los efectos de la acumulación y variación de tolerancias, aplicando análisis de cadenas, métodos estadísticos y software CAD, para validar las tolerancias dimensionales que garanticen la funcionalidad y ensamble de los componentes.

### Temas:

- 2.1 Terminología y normativa vigente para las Tolerancias Dimensionales
- 2.2 Calidades ISO para tolerancias dimensionales (IT)
- 2.3 Asignación de calidades IT conforme a los procesos de fabricación convencionales
- 2.4 Asignación de calidades IT conforme a la exactitud y funcionalidad requerida por el componente
- 2.5 Procedimiento para la selección de calidades IT
- 2.6 Análisis de Tolerancias dimensionales mediante software CAD
- 2.7 Análisis de casos prácticos de estudio: Asignación de calidades IT en componentes mecánicos conforme al proceso de fabricación
- 2.8 Análisis de casos prácticos de estudio: Asignación de calidades IT en componentes mecánicos conforme a la exactitud y funcionalidad requerida por el componente

## Unidad temática 3. Ajustes dimensionales en el ensamble de componentes mecánicos

**Objetivo:** Analizar ajustes dimensionales en el diseño de ensamblajes mecánicos, a través del análisis de la interferencia y variaciones en sus intervalos de tolerancia, para garantizar el ensamble y funcionalidad de los componentes mecánicos.

### Temas:

- 3.1 Terminología de ajustes dimensionales
- 3.2 Normativa vigente para los ajustes dimensionales
- 3.3 Clases de Ajustes: con juego, con apriete y de transición o indeterminado
- 3.4 Posición de la Tolerancia (IT) para barrenos (agujeros)
- 3.5 Posición de la Tolerancia (IT) para ejes (árboles)
- 3.6 Sistemas de ajustes
  - 3.6.1 Sistema de eje (árbol) único ISO
  - 3.6.2 Sistema de barreno (agujero) único ISO



- 3.6.3 Ajustes preferentes del sistema de eje (árbol) único
- 3.6.4 Ajustes preferentes del sistema de barreno (agujero) único
- 3.7 Procedimiento para la selección de ajustes
- 3.8 Esfuerzos debidos a los ajustes de interferencia
- 3.9 Análisis de casos prácticos de estudio: selección de ajustes en componentes mecánicos

#### **Unidad temática 4.** Tolerancias Geométricas (GD&T) en componentes y ensambles mecánicos

**Objetivo:** Analizar tolerancias geométricas (GD&T) en el diseño de componentes y ensambles mecánicos, a través del análisis de la acumulación y variación de tolerancias, aplicando análisis de espaciamentos geométricos, métodos estadísticos y software CAD, a fin de validar las tolerancias geométricas que aseguren la funcionalidad, ajuste y ensamble de los componentes mecánicos.

#### **Temas:**

- 4.1 Normativa de Tolerancias Geométricas GD&T
- 4.2 Terminología, símbolos del GD&T y símbolos modificadores
- 4.3 Dimensión básica, datum general, datum específico y traslación de data
- 4.4 Condición de máximo material (MMC) y de máximo material en la frontera datum (MMB)
- 4.5 Condición de mínimo material (LMC) y de mínimo material en la frontera datum (LMB)
- 4.6 Tolerancias GD&T independientes de la dimensión de la característica (RFS)
- 4.7 Tolerancias GD&T independientes del material de la frontera (RMB)
- 4.8 Análisis de Tolerancias de Forma en el diseño de componentes mecánicos
  - 4.8.1 Tolerancia de rectitud
  - 4.8.2 Tolerancia de Planicidad (planitud)
  - 4.8.3 Tolerancia de Circularidad (redondez)
  - 4.8.4 Tolerancia de Cilindricidad.
  - 4.8.5 Caso práctico de análisis de Tolerancias de Forma, en el diseño de componentes y sistemas mecánicos.
- 4.9 Análisis de Tolerancias de Perfil en el diseño de componentes mecánicos
  - 4.9.1 Tolerancia de perfil de línea
  - 4.9.2 Tolerancia de perfil de superficie







- 4.9.3 Caso práctico de análisis de Tolerancias de Perfil, en el diseño de componentes y sistemas mecánicos.
- 4.10 Análisis de Tolerancias de Orientación en el diseño de componentes mecánicos
  - 4.10.1 Tolerancia de perpendicularidad
  - 4.10.2 Tolerancia de angularidad
  - 4.10.3 Tolerancia de paralelismo
  - 4.10.4 Caso práctico de análisis de Tolerancias de Orientación, en el diseño de componentes y sistemas mecánicos.
- 4.11 Análisis de Tolerancias de Localización en el diseño de componentes mecánicos
  - 4.11.1 Tolerancia de posición tipo RFS, MMC, MMB, LMC, LMB, y RMB
  - 4.11.2 Tolerancia de concentricidad
  - 4.11.3 Tolerancia de simetría
  - 4.11.4 Caso práctico de análisis de Tolerancias de Localización en el diseño de componentes y sistemas mecánicos.
- 4.12 Análisis de Tolerancias de cabeceo en el diseño de componentes mecánicos
  - 4.12.1 Tolerancias de cabeceo (runout) simple circular y axial
  - 4.12.2 Tolerancia de cabeceo (runout) total circular y axial
  - 4.12.3 Caso práctico de análisis de Tolerancias de cabeceo en el diseño de componentes mecánicos
- 4.13 Análisis de Tolerancias dimensionales mediante software CAD.
- 4.14 Análisis de Tolerancias geométricas (GD&T) mediante software CAD







## VII. Acervo bibliográfico.

### Básico:

American Society of Mechanical Engineers, (2018), ASME Y14.5-2018: Dimensioning and Tolerancing. ASME

Chevalier, A., (2004), *Dibujo Industrial*, Limusa

Henzold G., (2006), *Geometrical Dimensioning and Tolerancing for Design, Manufacturing and Inspection*, 2<sup>nd</sup> Edition, Butterworth-Heinemann Elsevier.

International Organization for Standardization, (2010), ISO 286-2:2010 Geometrical Product Specifications (GPS), ISO Code System for Tolerances on Linear Sizes. Part 2: Tables of Standard Tolerance Classes and Limit Deviations for Holes and Shafts.

Planchar, D., (2018), *Engineering Design with SolidWorks 2018*, SDC Publications.

### Complementario:

Kalpakjian, S., Schmid, S., (2014), *Manufactura Ingeniería y Tecnología*, Séptima Edición, Pearson

Puncochar, D., (2011), *Interpretation of Geometric Dimensioning and Tolerancing*, Industrial Press New York.

