

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA
INGENIERÍA DE MANUFACTURA

Programa académico:	Ingeniería de Manufactura
Asignatura:	ESTANDARIZACIÓN, INTERCAMBIABILIDAD Y CONTROL
Código:	IMFE22
Área o nodo de formación:	Manufactura y Materiales
Año de actualización:	Semestre I de 2022
Semestre:	3
Tipo de asignatura:	Teórico-Práctica
Número de créditos:	2
Total horas:	3
Profesores:	Carlos Alberto Montilla Montaña, Carlos Alberto Romero Piedrahita, Edgar Alonso Salazar Marín
Director:	Ricardo Acosta Acosta

1. Breve descripción

Curso teórico práctico que hace parte de la columna vertebral del programa, y que aporta al estudiante conceptos fundamentales en la normalización y estandarización en los procesos de manufactura.

2. Objetivos

Objetivos del programa

- Formar al estudiante en la comprensión, selección e integración de procesos de manufactura y proyectos correlacionados, tanto convencionales como los correspondientes a las nuevas tendencias.
- Formar al estudiante para la selección, operación y calibración de diversos sistemas y aparatos de metrología en el marco de los sistemas de estandarización, intercambiabilidad y control.
- Promover en el estudiante una formación integral con pensamiento crítico y reflexivo que le permita desempeñarse con idoneidad, humanismo y sentido ético.

Objetivos de la asignatura

- Entender la importancia de manufacturar con calidad, ajustándose a normas y estándares, que permita producir tanto para mercados nacionales como internacionales.
- Crear un lenguaje común que permita elevar el nivel técnico de los procesos industriales y facilitar la comunicación técnica entre clientes y empresas, tanto del orden nacional como

internacional.

3. Resultados de aprendizaje

Resultados de aprendizaje del programa

- Seleccionar, integrar y/o diseñar los procesos de manufactura adecuados para un propósito en particular, teniendo en cuenta los recursos actuales y/o definiendo los nuevos recursos a adquirir.
- Proponer y/o analizar sistemas metrológicos y de estandarización, teniendo en cuenta principios de intercambiabilidad, para apoyar los procesos de fabricación.

Resultados de aprendizaje de la asignatura

- Aprender los conceptos teóricos referentes a la Estandarización y de Intercambiabilidad en el proceso de fabricación y ensamble de los elementos mecánicos de una máquina, equipo o motor.
- Aprender y realizar los cálculos de cadenas dimensionales en el proceso de fabricación y ensamble de elementos mecánicos.

4. Contenido

Capítulo 1. INTERCAMBIABILIDAD, ESTANDARIZACIÓN, MÉTODOS Y MEDIOS DE MEDICIÓN Y CONTROL DE UNIONES CILÍNDRICAS ^[1,3,6,7] **(13 h)**. 1.1 Partes de recambio. Partes de desgaste. Repuestos específicos. Repuestos comunes. Conceptos básicos de intercambiabilidad. Intercambiabilidad dimensional. Intercambiabilidad funcional. Intercambiabilidad total. 1.2 Los números o series de Renard. Series preferentes. 1.3 Repaso de definiciones básicas. Principios de construcción de sistemas de tolerancias y ajustes en los sistemas de agujero único y eje único. Cálculo de la unidad de tolerancia i , para agujeros y ejes, bajo el concepto de la unidad de tolerancia i . 1.4 Nomenclatura ISO para Tolerancias dimensionales. 1.5 Ajustes. Definición. Cálculo y elección de los ajustes. Recomendaciones para la asignación de las tolerancias y la selección de los ajustes en función de la aplicación. Tabla de ajustes preferentes. Cálculo de uniones por interferencia o con apriete. 1.6 Sistemas de tolerancias y ajustes para los rodamientos, chavetas, uniones estriadas y otras aplicaciones tecnológicas. 1.7 Cadenas dimensionales.

Concepto. Tipos de cadenas dimensionales. Métodos de cálculo de las cadenas dimensionales para garantizar la intercambiabilidad total. Solución de cadenas dimensionales. Empleo de programas computacionales

Capítulo 2. NORMALIZACIÓN, MÉTODOS Y MEDIOS DE MEDICIÓN Y CONTROL DE LAS TOLERANCIAS GEOMÉTRICAS ^[2,3,5,6,7] (12 h). 2.1 Repaso de definiciones básicas. 2.2 Clasificación de las desviaciones de los parámetros geométricos de las piezas. Referencias tecnológicas, referencias de montaje, referencias auxiliares y referencias metrológicas. 2.3 Sistemas GD&T y GPS para la normalización de las desviaciones de forma y posición de las superficies de las piezas. 2.4 Representación en los dibujos y planos de las desviaciones de forma, localización, variación, orientación, perfil y acabado superficial de las superficies de las piezas. 2.5 Influencia del acabado superficial, las desviaciones geométricas y la localización de las superficies de las piezas en la intercambiabilidad y calidad de las máquinas. 2.6 Recomendaciones para la asignación de las desviaciones de forma, localización, variación, orientación, perfil y acabado superficial de las superficies de las piezas. 2.7 Intercambiabilidad, estandarización, métodos y medios de medición de montajes de rodamientos.

Capítulo 3. INTERCAMBIABILIDAD, ESTANDARIZACIÓN, MÉTODOS Y MEDIOS DE MEDICIÓN Y CONTROL DE LAS UNIONES ROSCADAS ^[3,4,6,7] (6 h). 3.1 Principales parámetros y caracterización básica de las uniones roscadas cilíndricas. 3.2 Principios generales que garantizan la intercambiabilidad de las roscas cilíndricas. Perfiles límite de la rosca. 3.3 Desviaciones del paso y del ángulo del perfil de la rosca y su compensación diametral. 3.4 Sistemas de tolerancias y ajustes de las roscas métricas. Nomenclatura de las roscas y de las uniones roscadas. 3.5 Intercambiabilidad y control de calidad de las uniones roscadas. 3.6 Métodos y medios de medición y control de las uniones roscadas. 3.7 Especificaciones mecánicas para pernos, tornillos comunes y espárragos, simbología

Capítulo 4. INTERCAMBIABILIDAD, ESTANDARIZACIÓN, MÉTODOS Y MEDIOS DE MEDICIÓN Y CONTROL DE LAS TRANSMISIONES DENTADAS ^[3,6,7] (6 h). 4.1 Principales parámetros geométricos y de operación de las transmisiones dentadas cilíndricas (sistemas ISO y AGMA). 4.2 Transmisiones dentadas corregidas. 4.3 Calidad de las transmisiones dentadas cilíndricas. Exactitud cinemática, suavidad de trabajo, contacto de los dientes y tolerancia a la holgura entre dientes de las ruedas y las transmisiones. 4.4 Control de los parámetros para valorar la exactitud cinemática, suavidad de trabajo, contacto de los dientes y tolerancia a la holgura entre dientes de las ruedas y las transmisiones dentadas. 4.5 Recomendaciones para la asignación de la calidad de las ruedas y las transmisiones dentadas. Nomenclatura. 4.6 Métodos y medios de medición y control de las ruedas y las transmisiones dentadas

Capítulo 5. FUNDAMENTOS METODOLÓGICOS DE LA ESTANDARIZACIÓN ^[6,7] (5 h). 5.1 Conceptos complementarios sobre intercambiabilidad y sus clases (intercambiabilidad de elemento, de bloque, de módulo, de máquina, intercambiabilidad funcional). 5.2 Principios científicos en la organización de los trabajos de estandarización. 5.3 Principios unificados de construcción de los sistemas de tolerancias y ajustes para uniones típicas encontradas en los ensambles de máquinas y otros productos. Sistemas GD&T y GPS

Capítulo 6. ESTANDARIZACIÓN Y CALIDAD DE LAS MÁQUINAS ^[7] (6 h). 6.1 Indicadores de calidad de las máquinas (fiabilidad, durabilidad, mantenibilidad, etc.). 6.2 Unificación y modularización de las máquinas, principios de ensamble e integración. 6.3 Series paramétricas de las máquinas. 6.4 Normas ISO 9000 e ISO 16100. 6.5 Indicadores estadísticos de la calidad de la producción y de las máquinas (probabilidad, función densidad de probabilidad, distribución normal, media geométrica, dispersión, varianza, intervalo de confianza). 6.6 Elección de la exactitud del instrumento. Principio de inversión, principios de correspondencia entre las funciones de control con las funciones de dirección de los procesos tecnológicos. 6.7 Dispositivos automáticos de medición. Automatización del procesamiento de los resultados de las mediciones

Práctica 1.1: Análisis básico de intercambiabilidad a un conjunto tipo. Visita al

mecano **Práctica 1.2:** Taller de tolerancias y ajustes

Práctica 1.3: Selección de ajustes, acorde a una necesidad específica. Uso del PC para el cálculo de ajustes. **Práctica 1.4:** Práctica con kit de rodamientos

Práctica 1.5: (opcional): Medición de piezas ajustadas con holgura y con apriete. Entrega por parte del profesor de pares holgados, de transición y ajustados. Procesamiento gráfico de los campos de tolerancias y ajustes. Posible montaje y desmontaje técnico de una unión con apriete. Apoyo del APEM software u otro aplicativo.

Práctica 1.6: Utilización de las tablas y hojas de cálculo para la determinación de los ajustes en una bomba rotodinámica. Implicaciones de las desviaciones lineales en la cadena dimensional del rotor (ubicación espacial e influencia sobre sus parámetros funcionales caudal y cabeza). Desarme de una bomba hidráulica. **Práctica 2.1:** Estudio geométrico y metrológico de un ensamble mecánico como un cilindro hidráulico, una bomba hidráulica u otro representativo. Discriminación de las referencias.

Levantamiento de planos a mano

alzada. Representación de las dimensiones, las desviaciones de forma, posición, sinuosidad y rugosidad

Práctica 2.2: Medición de las desviaciones de forma, localización, variación, orientación, perfil y acabado superficial de las superficies de un eje (eje de levas o árbol de caja de velocidades de motocicleta), empleando los soportes disponibles y fabricados para este propósito. Uso del rugosímetro.

Práctica 2.3: Determinación de algunas tolerancias geométricas en un torno paralelo. Utilización del torno para prácticas de medición de desviaciones en las piezas.

Práctica 2.4: Evaluación de las desviaciones geométricas del dispositivo construido para medir ángulos o del calibre pasa-no, caracterización del instrumento.

Práctica 3.1: Mediciones realizadas sobre piezas y montajes roscados; utilización de los elementos de medición comunes, los calibres, los patrones y los micrómetros especiales.

Práctica 3.2: Medición de las características de 10 pares tornillo-tuerca comprados en ferretería (1/2", 3/8" rosca fina y rosca ordinaria; 12 milímetros, paso estándar y paso fino), análisis de su

intercambiabilidad. **Práctica 4.1:** Medición y comprobación de engranajes con medios de medición comunes (calibrador para engranajes, micrómetro de platillos. Engranómetro, proyector de perfiles)

Práctica 5.1: Estudio de la intercambiabilidad y los principios unificados de construcción de los sistemas de tolerancias y ajustes para uniones aplicados en un motor de combustión, una caja de velocidades o una máquina herramienta

Práctica 1.1: Análisis básico de intercambiabilidad a un conjunto tipo. Visita al

mecano **Práctica 1.2:** Taller de tolerancias y ajustes

Práctica 1.3: Selección de ajustes, acorde a una necesidad específica. Uso del PC para el cálculo de ajustes. **Práctica 1.4:** Práctica con kit de rodamientos

Práctica 1.5: (opcional): Medición de piezas ajustadas con holgura y con apriete. Entrega por parte del profesor de pares holgados, de transición y ajustados. Procesamiento gráfico de los campos de tolerancias y ajustes. Posible montaje y desmontaje técnico de una unión con apriete. Apoyo del APEM software u otro aplicativo.

Práctica 1.6: Utilización de las tablas y hojas de cálculo para la determinación de los ajustes en una bomba rotodinámica. Implicaciones de las desviaciones lineales en la cadena dimensional del rotor (ubicación espacial e influencia sobre sus parámetros funcionales caudal y cabeza). Desarme de una bomba hidráulica.

Práctica 2.1: Estudio geométrico y metrológico de un ensamble mecánico como un cilindro hidráulico, una bomba hidráulica u otro representativo. Discriminación de las referencias. Levantamiento de planos a mano alzada. Representación de las dimensiones, las desviaciones de forma, posición, sinuosidad y rugosidad

5. Requisitos

IMFD22. Metrología Dimensional

6. Recursos

Video tutoriales, Presentaciones, Cuestionario- Formularios drive, Taller de Máquinas y Herramientas, Salas de cómputo, Laboratorio de Modelos, Libros (Biblioteca Jorge Roa), Aulas de clase

Bibliografía:

- [1] González, Carlos y Zeleny, Ramón. Metrología. Primera edición. Ed. Mc GRAW Hill. México 1995. 389 G643.
- [2] Peach., W. Robert. Manual de ISO 9000. Tercera edición. Ed. Mc GRAW Hill. México 1999. R658 562 P355.
- [3] Romero, C. Salazar, E. Calle, G. Estandarización, Intercambiabilidad y Metrología Dimensional, editorial UTP, 2020.
- [4] Bruce , A Wilson. Design Dimensioning And tolerancing. Based on the asme y 14.5 1994 Estandar.
- [5] ASME, Y14.5-2018. Dimensioning and Tolerancing, Engineering Product Definition and Related Documentation Practices.
- [6] ISO 286-1:2010. Geometrical product specifications (GPS) — ISO code system for tolerances on linear sizes.
- [7] Montilla, Carlos A. Estandarización, intercambiabilidad y control. Notas de clase. 2020

7. Herramientas técnicas de soporte para la enseñanza

- 1) Utilización de ejercicio tipo de cada tema.
- 2) Lecturas de libros, artículos y reflexiones personales.
- 3) Exposiciones orales
- 4) Análisis de la información
- 5) Grupos cooperativos de trabajo
- 6) Proyecto Final

8. Trabajos en laboratorio y proyectos

Prácticas de laboratorio relacionados con los temas expuestos en el contenido, Requieren de una explicación de tipo demostrativo antes de la práctica de laboratorio, Se realizan en grupos determinados de estudiantes, Práctica de laboratorio acerca de construcción y verificación de ajuste con pasa - no pasa.

9. Métodos de aprendizaje

Consultas en la web, Consultas en material bibliográfico, Clases teóricas, Clases prácticas, tutorías, Estudio y trabajo en grupo, Estudio y trabajo autónomo e individual, Se usará la metodología basada en los resultados realizando una verificación de los logros alcanzados en cada capítulo y del proceso total.

10. Evaluación

2 exámenes parciales de 20 %, Examen Final de 20 %, Informes escritos de cada una de las prácticas de laboratorio., Tareas de seguimiento con un 20 %, 1 Trabajo final - 20 %