

Ingeniería de Materiales para Mecatrónica: Fundamentos y Procesos Metalúrgicos

Ingeniería | Ingeniería mecatrónica | para estudiantes universitarios | 16 semanas

Descripción del Curso

Este curso ofrece una introducción integral a la Ciencia e Ingeniería de los Materiales con enfoque en aplicaciones para la Ingeniería Mecatrónica. Se fundamenta en principios de física cuántica y física del estado sólido, integrando conocimientos de matemáticas, física y química para explicar la formación, estructura y propiedades de los materiales metálicos. El propósito es dotar a los estudiantes de una comprensión profunda sobre la microestructura de los metales, sus transformaciones cristalográficas y de fases, y cómo estos fenómenos afectan las propiedades mecánicas y funcionales de piezas metálicas usadas en sistemas mecatrónicos.

Dirigido a estudiantes universitarios de Ingeniería Mecatrónica, el curso aborda tanto la teoría como los procesos prácticos metalúrgicos, incluyendo tratamientos térmicos, fundición y conformado por deformación plástica. La metodología combina exposiciones teóricas, análisis de casos, y ejercicios prácticos que promueven la aplicación del conocimiento para el diseño y fabricación de componentes metálicos con propiedades optimizadas para el uso específico en sistemas mecatrónicos.

Al finalizar, los estudiantes estarán capacitados para interpretar microestructuras, comprender transformaciones metalúrgicas y seleccionar procesos adecuados para la fabricación y mejora de piezas metálicas, fortaleciendo su formación en el diseño y análisis de sistemas mecatrónicos.

Objetivos Generales

- Comprender y describir la estructura y propiedades de los materiales metálicos a nivel microestructural y atómico.
- Analizar los procesos metalúrgicos fundamentales: fundición, deformación plástica y tratamientos térmicos, y su impacto en las propiedades del material.
- Evaluar los cambios cristalográficos y de fases en aleaciones metálicas y su influencia en el desempeño mecánico de piezas.
- Aplicar conocimientos científicos para seleccionar y diseñar procesos de fabricación y tratamiento de piezas metálicas para aplicaciones mecatrónicas.

Competencias

- Analizar y explicar la microestructura de metales y aleaciones mediante conceptos de física del estado sólido.
- Identificar y describir los principales procesos metalúrgicos de fundición, deformación plástica y tratamientos térmicos aplicados en la fabricación de piezas metálicas.

- Interpretar los efectos de los cambios cristalográficos y de fases sobre las propiedades mecánicas de los materiales metálicos.
- Aplicar principios científicos para seleccionar procesos metalúrgicos adecuados según los requerimientos funcionales y mecánicos de componentes mecatrónicos.
- Integrar conocimientos de matemáticas, física y química para resolver problemas relacionados con la fabricación y tratamiento de materiales metálicos.

Requerimientos

- Conocimientos básicos en matemáticas, física general y química.
- Familiaridad con conceptos fundamentales de física del estado sólido.
- Acceso a bibliografía básica de ciencia e ingeniería de materiales.
- Herramientas informáticas para análisis y simulación (opcional pero recomendado).

Unidades del Curso

Unidad 1: Introducción a la Ciencia e Ingeniería de Materiales

Objetivos de Aprendizaje

- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de identificar y describir la evolución histórica y los hitos clave en la ingeniería de materiales bajo condiciones de estudio académico.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de clasificar los diferentes tipos de materiales (metálicos, cerámicos, polímeros y compuestos) según sus propiedades y aplicaciones en mecatrónica, utilizando esquemas comparativos.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de explicar la importancia y el impacto de la ingeniería de materiales en el diseño y funcionamiento de sistemas mecatrónicos, mediante ejemplos prácticos y actuales.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de analizar las relaciones básicas entre estructura, propiedades y procesamiento de materiales metálicos, estableciendo conexiones con principios fundamentales de la ciencia de materiales.

Contenidos Temáticos

1. Introducción a la Ciencia e Ingeniería de Materiales

- Definición y alcance de la ingeniería de materiales: Introducción a la disciplina, su importancia en la ingeniería y ámbitos de aplicación, especialmente en mecatrónica.
- Relación con la mecatrónica: Cómo la ingeniería de materiales influye en el diseño y desarrollo de sistemas mecatrónicos.

2. Evolución histórica y hitos clave en la ingeniería de materiales

- Prehistoria y Edad Antigua: Uso de materiales naturales, descubrimiento de metales y primeras aleaciones.
- Edad Media y Renacimiento: Desarrollo de técnicas metalúrgicas, vidrio y cerámica.
- Revolución Industrial: Avances en producción y caracterización de materiales, aparición de nuevos materiales.
- Siglo XX y XXI: Era de los materiales avanzados, materiales compuestos, nanotecnología y su impacto en la ingeniería.

3. Clasificación de materiales

- Materiales metálicos:
 - Características generales y estructura atómica.
 - Propiedades mecánicas, térmicas y eléctricas.
 - Ejemplos y aplicaciones en mecatrónica.
- Materiales cerámicos:
 - Estructura y propiedades típicas.
 - Ventajas y limitaciones en aplicaciones mecatrónicas.
- Materiales poliméricos:
 - Tipos de polímeros y su estructura molecular.
 - Propiedades relevantes y usos en sistemas mecatrónicos.
- Materiales compuestos:
 - Definición y tipos de compuestos.
 - Propiedades combinadas y ejemplos en mecatrónica.

4. Importancia e impacto de la ingeniería de materiales en mecatrónica

- Influencia de los materiales en el diseño de componentes mecatrónicos.
- Ejemplos prácticos: sensores, actuadores, estructuras, electrónica integrada.
- Tendencias actuales y futuras en materiales para mecatrónica.

5. Relación entre estructura, propiedades y procesamiento de materiales metálicos

- Estructura cristalina y microestructura: Definición y tipos principales.
- Propiedades mecánicas y físicas relacionadas con la estructura.
- Procesos metalúrgicos básicos: fundición, forjado, tratamiento térmico y su efecto en propiedades.
- Conexión con principios fundamentales de la ciencia de materiales.

Actividades

Actividad 1: Línea del tiempo de la evolución de la ingeniería de materiales

Objetivo: Identificar y describir la evolución histórica y los hitos clave en la ingeniería de materiales.

Descripción:

- Los estudiantes investigan diferentes períodos históricos y sus avances en materiales.
- En grupos, elaboran una línea del tiempo gráfica que incluya fechas, eventos y materiales relevantes.
- Presentan y discuten la línea del tiempo comparando hitos y su importancia.

Organización: Grupos de 3-4 estudiantes

Producto esperado: Línea del tiempo visual y presentación oral breve

Duración estimada: 2 horas

Actividad 2: Tabla comparativa de clasificación de materiales

Objetivo: Clasificar materiales según sus propiedades y aplicaciones en mecatrónica.

Descripción:

- Individualmente, los estudiantes elaboran una tabla comparativa con los tipos de materiales (metálicos, cerámicos, polímeros, compuestos).
- Incluyen propiedades clave, ventajas, desventajas y ejemplos de uso en mecatrónica.
- Discusión en parejas para enriquecer la tabla con aportes adicionales.

Organización: Individual con discusión en parejas

Producto esperado: Tabla comparativa detallada

Duración estimada: 1.5 horas

Actividad 3: Análisis de casos prácticos en mecatrónica

Objetivo: Explicar la importancia del impacto de la ingeniería de materiales en sistemas mecatrónicos.

Descripción:

- Se presentan casos reales o simulados de sistemas mecatrónicos (por ejemplo, un brazo robótico, un sensor de temperatura).
- En grupos, analizan qué materiales se utilizan y justifican su elección en función de propiedades y función.
- Elaboran un informe breve y presentan sus conclusiones.

Organización: Grupos de 3 estudiantes

Producto esperado: Informe de análisis y presentación oral

Duración estimada: 2 horas

Actividad 4: Relación estructura-propiedades-procesamiento en metales

Objetivo: Analizar las relaciones básicas entre estructura, propiedades y procesamiento de materiales metálicos.

Descripción:

- Se proporciona material de estudio sobre estructuras cristalinas y procesos metalúrgicos.

- Individualmente, los estudiantes elaboran un esquema o mapa conceptual que explique cómo el procesamiento afecta la estructura y las propiedades.
- Posteriormente, en grupos, comparan y discuten sus esquemas para llegar a una versión mejorada.

Organización: Individual y grupos de 3

Producto esperado: Mapa conceptual grupal

Duración estimada: 2 horas

Evaluación

Evaluación diagnóstica

Qué se evalúa: Conocimientos previos sobre materiales, historia y clasificación básica.

Cómo se evalúa: Cuestionario breve de opción múltiple y preguntas abiertas.

Instrumento sugerido: Test en línea o papel con 10 preguntas iniciales.

Evaluación formativa

Qué se evalúa: Progreso en comprensión de temas, capacidad de análisis y aplicación.

Cómo se evalúa: Revisión y retroalimentación de actividades (línea del tiempo, tabla comparativa, análisis de casos, mapa conceptual).

Instrumento sugerido: Rúbricas específicas para cada actividad, observación directa y discusión en clase.

Evaluación sumativa

Qué se evalúa: Dominio integral de los objetivos de la unidad.

Cómo se evalúa: Examen escrito que incluya preguntas de desarrollo, análisis de casos y ejercicios de clasificación y explicación.

Instrumento sugerido: Examen parcial con preguntas estructuradas y casos prácticos, ponderado para reflejar comprensión y aplicación.

Unidad 2: Estructura Atómica y Enlaces en Materiales Metálicos

Objetivos de Aprendizaje

- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de describir la estructura atómica de los materiales metálicos, identificando los componentes fundamentales y su disposición espacial.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de explicar los diferentes tipos de enlaces metálicos y su influencia en las propiedades físicas y mecánicas de los materiales metálicos.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de analizar la relación entre la estructura atómica y los enlaces metálicos con las propiedades macroscópicas de los materiales, utilizando ejemplos representativos.

- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de comparar y evaluar cómo las variaciones en la estructura atómica afectan el comportamiento de los materiales metálicos en procesos de fabricación y aplicaciones mecatrónicas.

Contenidos Temáticos

1. Introducción a la estructura atómica en materiales metálicos

- Concepto y componentes fundamentales del átomo: protones, neutrones y electrones.
- Configuración electrónica y niveles de energía en átomos metálicos.
- Disposición espacial de los átomos en metales: concepto de red cristalina.
- Tipos de estructuras cristalinas comunes en metales: cúbica centrada en el cuerpo (CCC), cúbica centrada en las caras (CCF) y hexagonal compacta (HC).

2. Tipos de enlaces en materiales metálicos

- Enlace metálico: definición y características fundamentales.
- Modelo del mar de electrones y su explicación del enlace metálico.
- Diferencias entre enlaces metálicos, iónicos y covalentes.
- Influencia del enlace metálico en la conductividad eléctrica y térmica.
- Relación entre enlaces metálicos y ductilidad, maleabilidad y resistencia.

3. Relación entre estructura atómica, enlaces metálicos y propiedades macroscópicas

- Cómo la coordinación atómica y la densidad de empaquetamiento afectan las propiedades mecánicas.
- Efecto de la estructura cristalina en la deformación plástica y resistencia a la fractura.
- Ejemplos representativos de metales comunes (hierro, aluminio, cobre) y sus propiedades derivadas de la estructura atómica y enlaces.
- Influencia de defectos cristalinos (vacancias, dislocaciones) en las propiedades macroscópicas.

4. Variaciones en la estructura atómica y su impacto en procesos de fabricación y aplicaciones mecatrónicas

- Impacto de la estructura atómica en el comportamiento durante procesos metalúrgicos: solidificación, deformación y tratamiento térmico.
- Relación entre estructura atómica y propiedades de materiales en aplicaciones mecatrónicas: sensores, actuadores y componentes estructurales.
- Comparación entre materiales metálicos puros y aleaciones: cambios en estructura atómica y enlaces.
- Evaluación de cómo variaciones en la estructura afectan la selección de materiales en diseño mecatrónico.

Actividades

Actividad 1: Modelado de la estructura atómica y redes cristalinas

Objetivo: Describir la estructura atómica y la disposición espacial de los átomos en materiales metálicos.

Descripción:

- El estudiante recibe materiales para construir modelos tridimensionales de las estructuras cristalinas CCC, CCF y HC (por ejemplo, usando bolitas y palillos o software de modelado).
- Construyen los modelos representando núcleos y electrones según la configuración electrónica.
- Analizan y presentan la coordinación atómica y la densidad de empaquetamiento de cada estructura.

Organización: Grupos de 3-4 estudiantes.

Producto esperado: Modelos físicos o digitales de redes cristalinas y un informe breve explicando las características observadas.

Duración estimada: 2 horas.

Actividad 2: Análisis del enlace metálico y sus propiedades

Objetivo: Explicar los tipos de enlaces metálicos y su influencia en propiedades físicas y mecánicas.

Descripción:

- Investigar el modelo del mar de electrones y su relación con propiedades como conductividad y ductilidad.
- Realizar una presentación o infografía mostrando cómo el enlace metálico explica estas propiedades.
- Comparar brevemente con enlaces iónicos y covalentes en términos de propiedades resultantes.

Organización: Individual o parejas.

Producto esperado: Presentación multimedia o infografía.

Duración estimada: 1.5 horas.

Actividad 3: Estudio de casos - Relación entre estructura atómica y propiedades macroscópicas

Objetivo: Analizar la relación entre estructura atómica, enlaces metálicos y propiedades macroscópicas usando ejemplos representativos.

Descripción:

- Se asignan metales específicos (hierro, cobre, aluminio) a equipos.
- Cada equipo investiga la estructura atómica, tipo de enlace, propiedades mecánicas y físicas, y aplicaciones comunes del metal asignado.
- Preparan un informe técnico y una exposición oral explicando cómo la estructura y enlaces determinan las propiedades observadas.

Organización: Grupos de 3-4 estudiantes.

Producto esperado: Informe técnico y presentación oral.

Duración estimada: 3 horas (incluye investigación y presentación).

Actividad 4: Evaluación crítica de variaciones estructurales en procesos y aplicaciones mecatrónicas

Objetivo: Comparar y evaluar cómo variaciones en la estructura atómica afectan el comportamiento de materiales en fabricación y aplicaciones mecatrónicas.

Descripción:

- Se presentan escenarios o casos prácticos donde materiales metálicos sufren cambios en estructura atómica (aleaciones, tratamientos térmicos).
- Los estudiantes analizan el impacto de estas variaciones en propiedades relevantes para aplicaciones mecatrónicas.
- Discuten en grupos propuestas para optimizar materiales según el caso planteado.
- Elaboran un reporte con conclusiones y recomendaciones.

Organización: Grupos de 4-5 estudiantes.

Producto esperado: Reporte analítico con recomendaciones.

Duración estimada: 2.5 horas.

Evaluación

Evaluación diagnóstica

Qué se evalúa: Conocimientos previos sobre estructura atómica, enlaces químicos y propiedades básicas de los materiales metálicos.

Cómo se evalúa: Cuestionario corto con preguntas de opción múltiple y preguntas abiertas.

Instrumento sugerido: Test en línea o impreso al inicio de la unidad.

Evaluación formativa

Qué se evalúa: Comprensión y aplicación de conceptos sobre estructura atómica, enlaces metálicos y su relación con propiedades materiales a lo largo del proceso de aprendizaje.

Cómo se evalúa:

- Revisión y retroalimentación de modelos y presentaciones de las actividades 1 y 2.
- Discusión guiada y retroalimentación durante el estudio de casos y análisis crítico.
- Autoevaluación y coevaluación en actividades grupales.

Instrumento sugerido: Rúbricas para presentaciones y reportes, listas de cotejo y observación directa.

Evaluación sumativa

Qué se evalúa: Capacidad para describir, explicar, analizar y evaluar la estructura atómica y enlaces en materiales metálicos con aplicación en procesos y mecatrónica.

Cómo se evalúa:

- Examen escrito con preguntas de desarrollo, análisis de casos y problemas prácticos.
- Entrega final de un informe integrador basado en las actividades realizadas.

Instrumento sugerido: Examen presencial o en línea y rúbrica para evaluación de informes.

Unidad 3: Cristalografía y Defectos en los Materiales

Objetivos de Aprendizaje

- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de identificar y describir las estructuras cristalinas y los sistemas cristalinos más comunes en materiales metálicos mediante análisis teórico y esquemático.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de clasificar las redes de Bravais y relacionarlas con las propiedades físicas y mecánicas de los materiales metálicos bajo condiciones específicas de estudio.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de analizar los diferentes tipos de defectos cristalinos fundamentales, explicando su formación y efecto en las propiedades mecánicas de los metales.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de interpretar diagramas cristalográficos y aplicar conceptos de defectos para evaluar el comportamiento de aleaciones metálicas en procesos metalúrgicos.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de aplicar el conocimiento de estructuras cristalinas y defectos para seleccionar materiales adecuados en el diseño de componentes mecatrónicos.

Contenidos Temáticos

Cristalografía y Defectos en los Materiales

- **Introducción a la cristalografía**
 - Concepto de cristal y cristalografía: definición y relevancia en ingeniería de materiales.
 - Estructura atómica y ordenamiento en sólidos: diferencia entre sólidos amorfos y cristalinos.
 - Importancia de la cristalografía en materiales metálicos para aplicaciones mecatrónicas.
- **Sistemas y estructuras cristalinas**
 - Definición y características de sistemas cristalinos.
 - Los siete sistemas cristalinos: cúbico, tetragonal, ortorrómbico, romboédrico, monoclinico, triclínico y hexagonal.
 - Las estructuras cristalinas más comunes en metales:
 - Cúbica centrada en el cuerpo (BCC)
 - Cúbica centrada en las caras (FCC)
 - Hexagonal compacta (HCP)
 - Representación esquemática y análisis teórico de estas estructuras.
- **Redes de Bravais y su clasificación**
 - Definición y concepto de red de Bravais.
 - Las 14 redes de Bravais y su agrupación por sistema cristalino.
 - Relación entre redes de Bravais y propiedades físicas y mecánicas de materiales metálicos:
 - Densidad atómica y empaquetamiento.
 - Influencia en la ductilidad, resistencia y conductividad.

- Ejemplos prácticos de materiales metálicos y su red de Bravais.

- **Defectos cristalinos fundamentales**

- Clasificación general de defectos en sólidos:
 - Defectos puntuales
 - Defectos lineales
 - Defectos superficiales
 - Defectos volumétricos
- Defectos puntuales: vacancias, intersticiales y sustitucionales.
- Dislocaciones (defectos lineales):
 - Dislocación de borde
 - Dislocación de tornillo
- Defectos superficiales: límites de grano y superficies libres.
- Influencia de los defectos en las propiedades mecánicas de los metales:
 - Endurecimiento por deformación
 - Fragilización
 - Difusión atómica

- **Interpretación de diagramas cristalográficos**

- Tipos de diagramas cristalográficos: diagramas de difracción de rayos X y diagramas de redes recíprocas.
- Análisis de patrones de difracción para identificación de estructuras cristalinas.
- Aplicación de conceptos de defectos cristalinos para interpretar variaciones en diagramas cristalográficos.
- Casos prácticos de aleaciones metálicas y su comportamiento cristalográfico ante procesos metalúrgicos.

- **Aplicación en diseño de componentes mecatrónicos**

- Selección de materiales con base en estructura cristalina y defectos para componentes mecatrónicos.
- Relación entre estructura, defectos y desempeño mecánico en ambientes operativos específicos.
- Consideraciones metalúrgicas para la durabilidad y funcionalidad de componentes en sistemas mecatrónicos.
- Ejemplos de diseño y selección de materiales en proyectos mecatrónicos reales.

Actividades

Actividad 1: Identificación y dibujo de estructuras cristalinas

Objetivo: Contribuir al objetivo de identificar y describir estructuras y sistemas cristalinos comunes en metales.

Descripción:

- Proveer a cada estudiante de modelos o imágenes de estructuras cristalinas BCC, FCC y HCP.

- Solicitar que dibujen esquemáticamente cada estructura en su cuaderno, indicando posiciones atómicas y celda unitaria.
- Analizar en grupo las características de cada estructura y discutir sus ventajas mecánicas.

Organización: Individual y discusión grupal.

Producto esperado: Conjunto de dibujos esquemáticos con anotaciones y una breve reflexión escrita sobre cada estructura.

Duración estimada: 1.5 horas.

Actividad 2: Clasificación práctica de redes de Bravais y propiedades asociadas

Objetivo: Clasificar redes de Bravais y relacionarlas con propiedades físicas y mecánicas.

Descripción:

- Dividir a los estudiantes en grupos pequeños.
- Entregar un conjunto de casos de materiales metálicos con datos de estructura cristalina y propiedades mecánicas.
- Los grupos deben clasificar las redes de Bravais correspondientes y explicar la relación con las propiedades observadas.
- Presentar sus conclusiones al grupo completo para discusión.

Organización: Grupos de 3-4 personas.

Producto esperado: Informe grupal con clasificación y análisis de propiedades.

Duración estimada: 2 horas.

Actividad 3: Análisis de defectos cristalinos y su impacto en propiedades mecánicas

Objetivo: Analizar diferentes defectos cristalinos y su efecto en propiedades mecánicas de metales.

Descripción:

- Presentar ejemplos visuales y modelos de vacancias, intersticiales, dislocaciones y límites de grano.
- Solicitar a los estudiantes que expliquen en un cuadro comparativo la formación y efecto mecánico de cada defecto.
- Debater en clase cómo estos defectos influyen en procesos metalúrgicos y aplicaciones prácticas.

Organización: Individual con discusión en plenaria.

Producto esperado: Cuadro comparativo completado y participación en debate.

Duración estimada: 1.5 horas.

Actividad 4: Interpretación de diagramas cristalográficos y selección de materiales

Objetivo: Interpretar diagramas cristalográficos y aplicar conceptos de defectos para evaluar materiales en procesos metalúrgicos y diseño mecatrónico.

Descripción:

- Proveer diagramas de difracción de rayos X y diagramas cristalográficos de aleaciones metálicas.

- En grupos, analizar los diagramas para identificar estructuras y posibles defectos presentes.
- Aplicar los conocimientos para recomendar materiales adecuados para un componente mecatrónico específico, justificando la selección.
- Presentar recomendaciones y análisis a la clase.

Organización: Grupos de 3 personas.

Producto esperado: Informe de interpretación y recomendación de selección de materiales.

Duración estimada: 2.5 horas.

Evaluación

Evaluación diagnóstica

Qué se evalúa: Conocimientos previos sobre estructuras cristalinas y defectos básicos en materiales.

Cómo se evalúa: Cuestionario breve con preguntas de opción múltiple y preguntas abiertas sobre conceptos fundamentales.

Instrumento sugerido: Test escrito al inicio de la unidad.

Evaluación formativa

Qué se evalúa: Progreso en la identificación y análisis de estructuras, redes de Bravais y defectos cristalinos durante actividades prácticas.

Cómo se evalúa: Revisión de productos de actividades (dibujos, cuadros comparativos, informes) y observación de participación en debates y presentaciones.

Instrumento sugerido: Rúbricas de evaluación para actividades prácticas, listas de cotejo para participación.

Evaluación sumativa

Qué se evalúa: Dominio integral de identificación, clasificación, análisis y aplicación de estructuras cristalinas y defectos en materiales metálicos.

Cómo se evalúa: Examen escrito y entrega de un proyecto final que incluya interpretación de diagramas cristalográficos y selección justificada de materiales para un componente mecatrónico.

Instrumento sugerido: Examen escrito con preguntas teóricas y de aplicación, formato de reporte para proyecto final.

Unidad 4: Difusión en Sólidos

Objetivos de Aprendizaje

- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de explicar los mecanismos de difusión atómica en sólidos bajo diferentes condiciones térmicas y estructurales.

- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de aplicar las leyes de difusión, como la Ley de Fick, para calcular coeficientes de difusión y perfiles de concentración en materiales metálicos.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de analizar la influencia de la difusión en procesos metalúrgicos como el endurecimiento por difusión y la formación de capas superficiales.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de evaluar la importancia de la difusión atómica en la microestructura y propiedades mecánicas de las aleaciones metálicas utilizadas en mecatrónica.

Contenidos Temáticos

1. Introducción a la Difusión en Sólidos

- Concepto de difusión: definición y relevancia en materiales metálicos.
- Importancia de la difusión en procesos metalúrgicos y su impacto en propiedades mecánicas.
- Contexto en mecatrónica: influencia en el diseño y desempeño de componentes metálicos.

2. Mecanismos de Difusión Atómica en Sólidos

- Difusión intersticial: movimiento de átomos pequeños a través de espacios intersticiales.
 - Características y ejemplos en aleaciones metálicas.
- Difusión por vacantes: desplazamiento de átomos mediante vacantes en la red cristalina.
 - Requisitos y condiciones que favorecen este mecanismo.
- Difusión a través de bordes de grano y dislocaciones.
 - Difusión rápida en defectos cristalinos.
- Factores que afectan la difusión:
 - Temperatura: dependencia térmica y energía de activación.
 - Estructura cristalina: influencia de la red cristalina en el mecanismo y tasa de difusión.
 - Concentración y gradientes químicos.

3. Leyes y Modelos de Difusión

- Ley de Fick:
 - Primera ley de Fick: flujo de partículas y gradiente de concentración.
 - Segunda ley de Fick: evolución temporal de la concentración.
 - Aplicaciones prácticas en sólidos metálicos.
- Coeficiente de difusión:
 - Definición y factores que afectan su valor.
 - Relación con la temperatura (ley de Arrhenius).
 - Obtención experimental y uso en cálculos.

- Modelos matemáticos para la difusión:
 - Soluciones analíticas para situaciones sencillas (difusión en semi-infinito, difusión en capas).
 - Uso de gráficos y tablas para interpretación de resultados.

4. Procesos Metalúrgicos Relacionados con la Difusión

- Endurecimiento por difusión:
 - Principios y mecanismos.
 - Ejemplos: endurecimiento carburizante y nitruración.
- Formación de capas superficiales:
 - Oxidación y corrosión controlada.
 - Recubrimientos y tratamientos térmicos basados en difusión.
- Difusión y microestructura:
 - Efecto en el crecimiento de fases y precipitados.
 - Modificación de propiedades mecánicas a través de la difusión controlada.

5. Importancia de la Difusión en Aleaciones Metálicas para Mecatrónica

- Relación entre difusión, microestructura y propiedades mecánicas específicas.
- Impacto en la resistencia, ductilidad y vida útil de componentes mecatrónicos.
- Consideraciones para selección de materiales y procesos térmicos en diseño mecatrónico.
- Casos de estudio y aplicaciones prácticas en la industria mecatrónica.

Actividades

Actividad 1: Análisis de Mecanismos de Difusión Atómica

Objetivo: Explicar los mecanismos de difusión atómica en sólidos bajo diferentes condiciones térmicas y estructurales.

Descripción:

- Se presentará a los estudiantes un conjunto de imágenes y esquemas de estructuras cristalinas con diferentes defectos.
- En parejas, los estudiantes identificarán el mecanismo de difusión más probable en cada caso (intersticial, vacante, bordes de grano).
- Discutirán cómo la temperatura y la estructura afectan el proceso de difusión en cada escenario.
- Prepararán una breve explicación para compartir con el grupo.

Organización: Parejas

Producto esperado: Breve presentación oral y un resumen escrito de los mecanismos identificados.

Duración estimada: 60 minutos

Actividad 2: Cálculo de Coeficientes de Difusión y Perfiles de Concentración

Objetivo: Aplicar la Ley de Fick para calcular coeficientes de difusión y perfiles de concentración en materiales metálicos.

Descripción:

- Se proporcionarán datos experimentales de concentración en función de la profundidad y tiempo para un material metálico.
- Individualmente, los estudiantes resolverán ejercicios para calcular el coeficiente de difusión usando la ley de Arrhenius y la Ley de Fick.
- Graficarán los perfiles de concentración para distintos tiempos y discutirán las implicaciones.

Organización: Individual

Producto esperado: Informe con cálculos, gráficos y análisis.

Duración estimada: 90 minutos

Actividad 3: Estudio de Caso sobre Endurecimiento por Difusión

Objetivo: Analizar la influencia de la difusión en procesos metalúrgicos como el endurecimiento por difusión y la formación de capas superficiales.

Descripción:

- En grupos, se asignará un proceso de endurecimiento por difusión (por ejemplo, carburización o nitruración).
- Los estudiantes investigarán el proceso, condiciones de difusión, efectos en microestructura y propiedades mecánicas.
- Prepararán un reporte y una presentación que explique cómo la difusión afecta el proceso y el resultado final.

Organización: Grupos de 3-4 estudiantes

Producto esperado: Reporte escrito y presentación oral.

Duración estimada: 2 horas

Actividad 4: Debate sobre la Importancia de la Difusión en Aleaciones para Mecatrónica

Objetivo: Evaluar la importancia de la difusión atómica en la microestructura y propiedades mecánicas de aleaciones metálicas en mecatrónica.

Descripción:

- Se dividirá la clase en dos grupos para debatir: uno defenderá la importancia crítica de la difusión en aleaciones para mecatrónica y otro discutirá casos donde la difusión es menos relevante.
- Cada grupo preparará argumentos basados en literatura científica y ejemplos prácticos.
- Se realizará el debate moderado por el docente y se concluirá con una reflexión conjunta.

Organización: Grupos

Producto esperado: Argumentos orales y resumen conjunto de conclusiones.

Duración estimada: 60 minutos

Evaluación

Evaluación Diagnóstica

Qué se evalúa: Conocimientos previos sobre mecanismos de difusión y conceptos básicos de materiales metálicos.

Cómo se evalúa: Cuestionario de opción múltiple y preguntas abiertas cortas.

Instrumento sugerido: Test digital o en papel con 10 preguntas breves al inicio de la unidad.

Evaluación Formativa

Qué se evalúa: Comprensión y aplicación de conceptos sobre mecanismos de difusión, leyes de difusión y procesos metalúrgicos a través de actividades prácticas.

Cómo se evalúa: Revisión de actividades realizadas (informes, cálculos, presentaciones) y retroalimentación continua.

Instrumento sugerido: Rúbricas específicas para cada actividad, observación directa y autoevaluación.

Evaluación Sumativa

Qué se evalúa: Integración y dominio de todos los objetivos de la unidad: explicación de mecanismos, aplicación de leyes, análisis de procesos y evaluación crítica.

Cómo se evalúa: Examen escrito con preguntas teóricas y problemas prácticos; proyecto final de análisis de caso aplicado a un componente mecatrónico.

Instrumento sugerido: Examen parcial o final y rubrica para evaluación de proyecto.

Unidad 5: Microestructura y Propiedades Mecánicas de los Metales

Objetivos de Aprendizaje

- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de analizar la relación entre la microestructura metálica y sus propiedades mecánicas mediante la interpretación de diagramas y micrografías.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de describir los mecanismos de deformación plástica en metales y evaluar su impacto en la resistencia y ductilidad de los materiales.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de comparar diferentes estructuras cristalinas y fases presentes en aleaciones metálicas y explicar cómo influyen en el comportamiento mecánico bajo condiciones específicas de carga.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de aplicar métodos de análisis para predecir el comportamiento mecánico de piezas metálicas con base en su microestructura y procesos metalúrgicos previos.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de interpretar resultados experimentales de pruebas mecánicas para correlacionar las propiedades obtenidas con la microestructura del material analizado.

Contenidos Temáticos

1. Introducción a la Microestructura de los Metales

- Definición y concepto de microestructura metálica.
- Importancia de la microestructura en las propiedades mecánicas.
- Herramientas y técnicas para la observación microestructural: microscopía óptica y electrónica.

2. Estructura Cristalina de los Metales

- Tipos de estructuras cristalinas comunes en metales: cúbica centrada en el cuerpo (CCC), cúbica centrada en las caras (CCF), hexagonal compacta (HC).
- Parámetros cristalográficos y celdas unitarias.
- Defectos cristalinos: vacantes, dislocaciones y su influencia en las propiedades mecánicas.

3. Fases y Aleaciones Metálicas

- Concepto de fases en metales y aleaciones.
- Diagramas de fases: interpretación y aplicación en aleaciones metálicas.
- Microestructura típica de aleaciones metálicas: eutécticas, peritéticas y otros tipos.

4. Deformación Plástica en Metales

- Mecanismos fundamentales de deformación plástica: movimiento de dislocaciones, gemación y twinning.
- Relación entre deformación plástica, resistencia y ductilidad.
- Endurecimiento por deformación y su efecto en las propiedades mecánicas.

5. Relación entre Microestructura y Propiedades Mecánicas

- Influencia de tamaño de grano, fases y defectos en la resistencia, dureza y tenacidad.
- Correlación entre microestructura observada en micrografías y propiedades mecánicas medidas.
- Estudio de casos: interpretación de diagramas y micrografías para predecir comportamiento mecánico.

6. Métodos de Análisis para Predicción del Comportamiento Mecánico

- Modelos analíticos basados en microestructura: leyes de Hall-Petch y modelos de resistencia.
- Simulación y predicción del comportamiento mecánico a partir de datos metalúrgicos.
- Impacto de procesos metalúrgicos previos (templado, recocido, trabajo en frío) en la microestructura y propiedades.

7. Interpretación de Resultados de Pruebas Mecánicas

- Tipos de pruebas mecánicas: tracción, dureza, impacto y fatiga.
- Lectura e interpretación de curvas esfuerzo-deformación y otros resultados experimentales.
- Correlación entre resultados experimentales y microestructura para evaluación de materiales metálicos.

Actividades

Actividad 1: Análisis de micrografías y diagramas de fases

Objetivo: Analizar la relación entre la microestructura metálica y sus propiedades mecánicas mediante la interpretación de diagramas y micrografías.

Descripción:

- Se proporcionan micrografías de diferentes aleaciones y diagramas de fase correspondientes.
- Los estudiantes, en grupos, identifican las fases presentes y describen la microestructura.
- Discuten cómo las características observadas pueden influir en las propiedades mecánicas del material.
- Presentan un informe con conclusiones fundamentadas en la interpretación.

Organización: Grupos de 3-4 estudiantes.

Producto esperado: Informe escrito con análisis y conclusiones.

Duración estimada: 2 horas.

Actividad 2: Simulación y análisis de deformación plástica

Objetivo: Describir los mecanismos de deformación plástica y evaluar su impacto en resistencia y ductilidad.

Descripción:

- Usando simuladores computacionales o animaciones, los estudiantes observan el movimiento de dislocaciones y otros mecanismos.
- Realizan ejercicios para calcular endurecimiento por deformación y relacionan resultados con propiedades mecánicas.
- Discuten en clase el efecto de diferentes mecanismos en la resistencia y ductilidad.

Organización: Individual o parejas.

Producto esperado: Resumen escrito con respuestas a ejercicios y conclusiones.

Duración estimada: 2 horas.

Actividad 3: Comparación de estructuras cristalinas y su comportamiento mecánico

Objetivo: Comparar diferentes estructuras cristalinas y fases, explicando su influencia en el comportamiento mecánico bajo carga.

Descripción:

- Se entregan descripciones y modelos de estructuras CCC, CCF y HC.
- Los estudiantes analizan propiedades mecánicas típicas asociadas a cada estructura.
- En grupos realizan una presentación donde explican la relación entre estructura y comportamiento mecánico en ejemplos prácticos.

Organización: Grupos de 3 estudiantes.

Producto esperado: Presentación oral con apoyo visual.

Duración estimada: 3 horas.

Actividad 4: Interpretación de resultados experimentales de pruebas mecánicas

Objetivo: Interpretar resultados de pruebas mecánicas para correlacionar propiedades con la microestructura.

Descripción:

- Se proporcionan datos experimentales (curvas esfuerzo-deformación, dureza, impacto) correspondientes a muestras metálicas con microestructuras conocidas.
- Los estudiantes analizan los datos y relacionan las diferencias en propiedades con la microestructura y procesos metalúrgicos previos.
- Elaboran un reporte técnico con conclusiones sobre la influencia microestructural.

Organización: Individual.

Producto esperado: Reporte técnico escrito.

Duración estimada: 2 horas.

Evaluación

Evaluación diagnóstica

Qué se evalúa: Conocimientos previos sobre estructuras cristalinas, microestructura y propiedades mecánicas básicas.

Cómo se evalúa: Cuestionario de opción múltiple y preguntas cortas.

Instrumento sugerido: Prueba escrita en línea o en aula al inicio de la unidad.

Evaluación formativa

Qué se evalúa: Progreso en el análisis e interpretación de microestructuras, comprensión de mecanismos de deformación y habilidades para relacionar microestructura con propiedades mecánicas.

Cómo se evalúa: Revisión de informes, presentaciones y ejercicios prácticos durante las actividades.

Instrumento sugerido: Rubricas detalladas para informes y presentaciones, retroalimentación continua en clase.

Evaluación sumativa

Qué se evalúa: Capacidad global para analizar microestructura, describir mecanismos de deformación, comparar estructuras cristalinas, aplicar métodos predictivos y correlacionar resultados experimentales con microestructura.

Cómo se evalúa: Examen teórico-práctico y un proyecto final que incluya interpretación de micrografías, análisis de diagramas, predicción de propiedades y explicación de resultados experimentales.

Instrumento sugerido: Examen escrito con problemas y preguntas abiertas; proyecto escrito y presentación oral.

Unidad 6: Transformaciones de Fases y Diagramas de Equilibrio

Objetivos de Aprendizaje

- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de interpretar diagramas de fases binarios para identificar las fases presentes en aleaciones metálicas bajo condiciones de temperatura y composición específicas.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de analizar los cambios cristalográficos en aleaciones metálicas durante transformaciones de fase y relacionarlos con las propiedades mecánicas resultantes.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de explicar los fenómenos de transformación, como la solidificación, eutéctico y peritético, aplicando principios termodinámicos y cinéticos.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de evaluar el impacto de las transformaciones de fases en la selección de materiales y tratamientos térmicos para aplicaciones mecatrónicas específicas.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de diseñar procesos metalúrgicos controlados que optimicen la microestructura y propiedades mecánicas mediante el uso adecuado de diagramas de equilibrio y conocimientos de transformaciones de fases.

Contenidos Temáticos

1. Introducción a las Transformaciones de Fases y Diagramas de Equilibrio

- Concepto de transformación de fases: definición y relevancia en materiales metálicos.
- Importancia de las transformaciones de fases en ingeniería mecatrónica.
- Fundamentos termodinámicos básicos: energía libre de Gibbs, equilibrio termodinámico.

2. Diagramas de Fases Binarios: Conceptos y Aplicaciones

- Definición y tipos de diagramas de fases (binarios, ternarios, etc.).
- Elementos de un diagrama de fases binario: ejes, curvas, regiones de fases.
- Interpretación de diagramas de fases binarios: identificación de fases presentes según temperatura y composición.
- Ejemplos representativos: sistemas Cu-Ni, Fe-C, y otros relevantes para mecatrónica.

3. Cambios Cristalográficos en Transformaciones de Fase

- Estructuras cristalinas comunes en aleaciones metálicas: FCC, BCC, HCP.
- Tipos de transformaciones cristalográficas: polimórficas, martensíticas, diffusivas.
- Relación entre cambios cristalográficos y propiedades mecánicas (dureza, ductilidad, tenacidad).
- Ejemplos prácticos de cambios cristalográficos en aleaciones relevantes para mecatrónica.

4. Fenómenos de Transformación en Aleaciones Metálicas

- Solidificación de aleaciones: nucleación y crecimiento de fases sólidas.
- Transformación eutéctica: definición, características y ejemplos.
- Transformación peritética: definición, características y ejemplos.
- Principios termodinámicos y cinéticos que gobiernan las transformaciones de fase.
- Velocidad de enfriamiento y su efecto en la microestructura final.

5. Impacto de las Transformaciones de Fases en la Selección de Materiales y Tratamientos

Térmicos

- Relación entre microestructura, propiedades y desempeño mecánico en aplicaciones mecatrónicas.
- Criterios para la selección de materiales basados en transformaciones de fases.
- Tratamientos térmicos comunes: recocido, temple, revenido y su influencia microestructural.
- Ejemplos de selección y tratamientos térmicos para componentes mecatrónicos.

6. Diseño de Procesos Metalúrgicos Controlados

- Uso de diagramas de equilibrio para el diseño de procesos metalúrgicos.
- Control de microestructura mediante variables de proceso: temperatura, tiempo, velocidad de enfriamiento.
- Optimización de propiedades mecánicas a través del diseño de procesos térmicos y mecánicos.
- Estudio de casos prácticos: diseño de procesos para mejorar la resistencia y durabilidad en componentes mecatrónicos.

Actividades

Interpretación de Diagramas de Fases Binarios

Objetivo: Interpretar diagramas de fases binarios para identificar fases presentes en aleaciones metálicas.

Descripción:

- Se proporciona a los estudiantes diferentes diagramas de fases binarios (por ejemplo, Cu-Ni, Fe-C).
- Los estudiantes analizan un conjunto de condiciones de temperatura y composición para cada diagrama.
- Identifican las fases presentes bajo esas condiciones y justifican sus respuestas.
- Discusión grupal para comparar interpretaciones y aclarar dudas.

Organización: Parejas o grupos pequeños.

Producto esperado: Informe breve con análisis y conclusiones de cada caso.

Duración: 90 minutos.

Análisis de Cambios Cristalográficos y sus Efectos Mecánicos

Objetivo: Analizar cambios cristalográficos durante transformaciones y relacionarlos con propiedades mecánicas.

Descripción:

- Estudio de casos de transformaciones polimórficas y martensíticas en aleaciones específicas.
- Investigación bibliográfica y análisis de micrografías proporcionadas.
- Discusión sobre cómo estos cambios afectan dureza, ductilidad y otras propiedades.
- Presentación de conclusiones mediante un mapa conceptual.

Organización: Grupos de 3-4 estudiantes.

Producto esperado: Mapa conceptual y presentación oral breve.

Duración: 120 minutos (incluye presentación).

Simulación de Solidificación y Transformaciones Eutécticas y Peritéticas

Objetivo: Explicar fenómenos de solidificación y transformaciones eutécticas y peritéticas aplicando principios termodinámicos y cinéticos.

Descripción:

- Uso de software o simuladores virtuales para visualizar procesos de solidificación en aleaciones binarias.
- Ejecutar simulaciones variando la composición y velocidad de enfriamiento.
- Registrar y analizar los resultados, identificando fases formadas y microestructuras generadas.
- Debate sobre la influencia de variables termodinámicas y cinéticas en la microestructura.

Organización: Individual o en parejas.

Producto esperado: Reporte de simulación con análisis crítico.

Duración: 90 minutos.

Diseño de un Proceso Metalúrgico Controlado para Componentes Mecatrónicos

Objetivo: Diseñar procesos metalúrgicos que optimicen microestructura y propiedades mecánicas mediante diagramas de equilibrio y transformaciones de fases.

Descripción:

- Se presenta un problema real o hipotético de selección y tratamiento térmico para un componente mecatrónico.
- Los estudiantes utilizan diagramas de fases y conocimientos de transformaciones para proponer un proceso metalúrgico detallado.
- Incluyen variables de proceso, justificación técnica y predicción de microestructura y propiedades.
- Entrega de un informe técnico y defensa oral ante el grupo.

Organización: Grupos de 4 estudiantes.

Producto esperado: Informe técnico y presentación oral.

Duración: 3 sesiones de 90 minutos cada una.

Evaluación

Evaluación Diagnóstica

Qué se evalúa: Conocimientos previos sobre diagramas de fases, estructuras cristalinas y conceptos básicos de transformaciones de fases.

Cómo se evalúa: Cuestionario escrito breve con preguntas de opción múltiple y respuesta corta.

Instrumento sugerido: Test diagnóstico inicial al inicio de la unidad.

Evaluación Formativa

Qué se evalúa: Progreso en la interpretación de diagramas de fases, análisis de transformaciones cristalográficas, comprensión de fenómenos de solidificación y aplicación práctica en diseño de procesos.

Cómo se evalúa: Revisión continua de actividades prácticas (informes, mapas conceptuales, simulaciones), participación en debates y retroalimentación durante actividades.

Instrumento sugerido: Rúbricas de evaluación para informes y presentaciones, listas de cotejo para participación y desempeño en actividades.

Evaluación Sumativa

Qué se evalúa: Competencia integral para interpretar diagramas de fases, analizar transformaciones, explicar fenómenos metalúrgicos, evaluar impactos en selección de materiales y diseñar procesos metalúrgicos.

Cómo se evalúa: Examen escrito teórico-práctico y entrega final de un proyecto de diseño de proceso metalúrgico controlado.

Instrumento sugerido: Examen con preguntas de análisis y resolución de casos, rúbrica para evaluación del proyecto final.

Unidad 7: Tratamientos Térmicos de Metales

Objetivos de Aprendizaje

- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de describir los fundamentos y mecanismos de los diferentes tratamientos térmicos aplicados a metales, explicando sus efectos en las propiedades mecánicas y microestructurales.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de distinguir y clasificar los principales tipos de tratamientos térmicos (como recocido, temple y revenido) en función de sus procesos y resultados metalúrgicos.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de analizar los cambios cristalográficos y transformaciones de fase que ocurren durante los tratamientos térmicos, utilizando diagramas de fases y esquemas metalográficos.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de evaluar el impacto de diferentes tratamientos térmicos sobre el desempeño mecánico de piezas metálicas empleadas en sistemas mecatrónicos, justificando la selección adecuada para aplicaciones específicas.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de aplicar conocimientos científicos para diseñar un plan de tratamiento térmico que modifique propiedades específicas de una aleación metálica, considerando criterios técnicos y funcionales.

Contenidos Temáticos

1. Introducción a los Tratamientos Térmicos de Metales

- Definición y propósito de los tratamientos térmicos: modificación de propiedades mecánicas y microestructurales.
- Importancia en la ingeniería mecatrónica: impacto en la confiabilidad y desempeño de componentes metálicos.

- Fundamentos metalúrgicos: mecanismos básicos involucrados en los tratamientos térmicos.

2. Fundamentos Metalúrgicos de los Tratamientos Térmicos

- Estructura cristalina y defectos en metales: influencia en la respuesta al tratamiento térmico.
- Difusión atómica y su papel en los cambios microestructurales.
- Transformaciones de fase: tipos y cinéticas.
- Diagramas de fases y su interpretación para tratamientos térmicos.

3. Clasificación y Procesos de Tratamientos Térmicos

- Recocido
 - Objetivos: alivio de tensiones, homogeneización, refinamiento de grano.
 - Tipos de recocido: recocido de ablandamiento, recristalización y normalizado.
 - Procedimiento térmico y efectos microestructurales.
- Temple (Endurecimiento por enfriamiento rápido)
 - Principios del temple y transformación martensítica.
 - Curvas TTT y CCT: importancia para el temple.
 - Parámetros del proceso y selección de medio de enfriamiento.
 - Microestructura resultante y propiedades mecánicas.
- Revenido
 - Objetivo: reducción de fragilidad y ajuste de propiedades mecánicas post-temple.
 - Tipos de revenido: bajo, medio y alto.
 - Efectos microestructurales y mecánicos.
- Otros tratamientos térmicos
 - Normalizado y austempering.
 - Templado superficial y cementación.

4. Cambios Microestructurales y Transformaciones de Fase

- Análisis de microestructuras antes y después del tratamiento térmico.
- Interpretación de diagramas de fases y esquemas metalográficos.
- Relación entre microestructura y propiedades mecánicas: dureza, tenacidad, ductilidad.
- Ejemplos prácticos con aceros y aleaciones comunes en mecatrónica.

5. Evaluación y Selección de Tratamientos Térmicos para Componentes Mecatrónicos

- Impacto de los tratamientos térmicos en el desempeño mecánico: resistencia, fatiga y desgaste.
- Criterios para la selección del tratamiento térmico adecuado según la aplicación.

- Casos de estudio: análisis comparativo de tratamientos en piezas reales.

6. Diseño de Planes de Tratamiento Térmico

- Metodología para diseñar un plan de tratamiento térmico.
- Consideraciones técnicas: temperatura, tiempo, atmósfera y enfriamiento.
- Integración de objetivos funcionales y mecánicos.
- Simulación y modelado de tratamientos térmicos: herramientas y software.
- Ejercicio práctico: diseño de un tratamiento térmico para una aleación específica.

Actividades

Actividad 1: Análisis y discusión de diagramas de fases y transformaciones

Objetivo: Desarrollar la capacidad de analizar cambios cristalográficos y transformaciones de fase (Objetivo 3).

Descripción:

- Se entregan diagramas de fases y curvas TTT/CCT de diferentes aleaciones metálicas.
- Los estudiantes, en parejas, identifican las fases presentes a distintas temperaturas y tiempos.
- Discuten cómo estas fases afectan las propiedades mecánicas.
- Presentan un resumen de sus conclusiones al grupo.

Organización: parejas.

Producto esperado: informe breve con análisis y conclusiones, presentación en clase.

Duración estimada: 2 horas.

Actividad 2: Laboratorio virtual o presencial de tratamientos térmicos

Objetivo: Describir fundamentos y distinguir tipos de tratamientos térmicos (Objetivos 1 y 2).

Descripción:

- Realizar un experimento (virtual o presencial) donde se apliquen recocido, temple y revenido a muestras metálicas.
- Medir propiedades antes y después (dureza, microestructura mediante imágenes).
- Registrar observaciones y explicar relaciones entre proceso, microestructura y propiedades.

Organización: grupos de 3-4 estudiantes.

Producto esperado: reporte técnico con resultados, análisis y conclusiones.

Duración estimada: 4 horas.

Actividad 3: Estudio de caso para selección y diseño de tratamiento térmico

Objetivo: Evaluar impacto y diseñar plan de tratamiento térmico (Objetivos 4 y 5).

Descripción:

- Se proporciona un caso real de una pieza mecatrónica con requerimientos específicos de desempeño.

- En grupos, analizan las propiedades deseadas y seleccionan el tratamiento térmico más adecuado.
- Diseñan un plan detallado con parámetros térmicos y justifican su elección.
- Presentan su propuesta al grupo para discusión y retroalimentación.

Organización: grupos de 4 estudiantes.

Producto esperado: documento de diseño y presentación oral.

Duración estimada: 3 horas.

Actividad 4: Simulación computacional de tratamientos térmicos

Objetivo: Aplicar conocimientos científicos para diseñar tratamientos térmicos (Objetivo 5).

Descripción:

- Utilizando software especializado, simulan un proceso térmico sobre una aleación.
- Analizan la evolución de fases y predicen propiedades finales.
- Comparan resultados con datos experimentales o bibliográficos.
- Discuten posibles mejoras o ajustes al proceso.

Organización: individual o parejas.

Producto esperado: informe de simulación con análisis y recomendaciones.

Duración estimada: 3 horas.

Evaluación

Evaluación diagnóstica

Qué se evalúa: Conocimientos previos sobre estructuras metálicas, fases y tratamientos térmicos básicos.

Cómo se evalúa: Cuestionario de opción múltiple y preguntas cortas.

Instrumento sugerido: Prueba escrita inicial o plataforma en línea con feedback inmediato.

Evaluación formativa

Qué se evalúa: Desarrollo de habilidades de análisis, interpretación de diagramas, aplicación práctica y diseño de tratamientos.

Cómo se evalúa: Revisión continua de actividades (informes, presentaciones, participación en discusiones).

Instrumento sugerido: Rúbricas para informes técnicos, listas de cotejo para participación, retroalimentación escrita y oral.

Evaluación sumativa

Qué se evalúa: Comprensión integral de fundamentos, clasificación y efectos de tratamientos térmicos, análisis microestructural y diseño de planes térmicos.

Cómo se evalúa: Examen teórico-práctico y proyecto final de diseño de tratamiento térmico.

Instrumento sugerido: Examen escrito con preguntas de desarrollo y resolución de problemas, y presentación de proyecto con defensa oral.

Unidad 8: Fundición y Moldeo de Piezas Metálicas

Objetivos de Aprendizaje

- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de describir los principios fundamentales del proceso de fundición y sus etapas, identificando los tipos de fundición más comunes utilizados en la fabricación de piezas metálicas.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de comparar y diferenciar los diversos métodos de moldeo utilizados en fundición, evaluando sus ventajas y limitaciones en función de las propiedades requeridas en piezas para aplicaciones mecánicas.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de aplicar técnicas básicas de control de calidad para inspeccionar piezas fundidas, identificando defectos típicos y proponiendo métodos de mitigación para asegurar la integridad estructural y funcional.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de analizar la influencia de las variables del proceso de fundición sobre la microestructura y propiedades mecánicas de las piezas metálicas, relacionando estos aspectos con su desempeño en sistemas mecánicos.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de seleccionar procesos de fundición adecuados para la fabricación de piezas mecánicas específicas, justificando su elección con base en criterios técnicos y de calidad.

Contenidos Temáticos

1. Fundamentos del proceso de fundición

- Definición y principios básicos de la fundición: explicación general del proceso de fundición como método de fabricación de piezas metálicas mediante el vertido de metal fundido en un molde.
- Etapas del proceso de fundición: preparación del molde, fusión del metal, vertido, solidificación, desmoldeo y acabado.
- Tipos de fundición más comunes: fundición en arena, fundición en molde permanente, fundición por inversión, fundición a presión y fundición centrífuga.

2. Métodos de moldeo en fundición

- Moldeo en arena: características, tipos de arena, preparación y compactación.
- Moldeo en molde permanente: materiales y procesos, ventajas y limitaciones.
- Moldeo por inversión (cera perdida): proceso, aplicaciones y limitaciones.
- Otros métodos de moldeo: moldeo por coquilla, moldeo por gravedad y moldeo a presión.
- Comparación de métodos de moldeo: análisis crítico de ventajas, desventajas, costos, precisión, tiempos y adecuación para piezas mecánicas.

3. Control de calidad en piezas fundidas

- Inspección visual: identificación de defectos superficiales comunes (porosidad, grietas, inclusiones, rebabas).
- Pruebas no destructivas aplicables: ultrasonido, radiografía, líquidos penetrantes y partículas magnéticas.
- Defectos típicos en fundición: causas, efectos en la integridad y funcionalidad de piezas.
- Métodos de mitigación y control de calidad: selección de materiales, control de temperatura, diseño de moldes y optimización del proceso.

4. Influencia de variables del proceso de fundición en microestructura y propiedades mecánicas

- Variables del proceso: temperatura de fusión, velocidad de vertido, tiempo de solidificación, composición química.
- Efecto sobre la microestructura: tamaño de grano, formación de fases, segregación y defectos estructurales.
- Relación con propiedades mecánicas: resistencia, dureza, tenacidad y comportamiento frente a fatiga.
- Impacto en el desempeño de piezas en sistemas mecatrónicos: precisión dimensional, resistencia al desgaste y estabilidad mecánica.

5. Selección de procesos de fundición para piezas mecatrónicas

- Criterios técnicos para selección: tipo de metal, complejidad geométrica, tolerancias dimensionales, propiedades requeridas.
- Evaluación de calidad y costos: análisis de factibilidad económica y calidad de producto final.
- Casos prácticos: selección de procesos para piezas específicas en mecatrónica (carcasas, engranajes, soportes).
- Justificación técnica basada en propiedades, proceso y control de calidad para la fabricación.

Actividades

Actividad 1: Análisis y descripción del proceso de fundición

Objetivo: Describir los principios fundamentales y etapas del proceso de fundición, identificando tipos comunes.

Descripción:

- Cada estudiante seleccionará un tipo específico de fundición (arena, inversión, a presión, etc.).
- Investigar y documentar las etapas del proceso para ese tipo.
- Preparar una presentación visual (diapositivas o infografía) explicando el proceso, ventajas y aplicaciones.
- Exponer en clase y responder preguntas.

Organización: Individual

Producto esperado: Presentación visual y explicación oral.

Duración estimada: 2 horas (1 hora investigación + 1 hora presentación y discusión).

Actividad 2: Comparación práctica de métodos de moldeo

Objetivo: Comparar y diferenciar métodos de moldeo evaluando ventajas y limitaciones para piezas mecatrónicas.

Descripción:

- Formar grupos de 3-4 estudiantes.
- Asignar a cada grupo dos métodos de moldeo para investigar y comparar (ej. moldeo en arena vs moldeo por inversión).
- Analizar aspectos técnicos, propiedades finales, costos, y aplicaciones en mecatrónica.
- Elaborar cuadro comparativo y realizar una breve exposición.

Organización: Grupos

Producto esperado: Cuadro comparativo y exposición grupal.

Duración estimada: 3 horas (2 horas investigación + 1 hora presentación).

Actividad 3: Inspección de piezas fundidas y detección de defectos

Objetivo: Aplicar técnicas básicas de control de calidad para identificar defectos y proponer soluciones.

Descripción:

- Proveer a los estudiantes de muestras reales o imágenes de piezas fundidas con defectos.
- Realizar inspección visual guiada para identificar defectos comunes.
- Discusión grupal para analizar causas y posibles métodos de mitigación.
- Redactar informe con diagnóstico y recomendaciones.

Organización: Parejas o grupos pequeños

Producto esperado: Informe escrito con identificación de defectos y propuestas de mitigación.

Duración estimada: 2 horas.

Actividad 4: Estudio de caso para selección de proceso de fundición

Objetivo: Seleccionar procesos de fundición adecuados justificando la elección para piezas mecatrónicas específicas.

Descripción:

- Presentar un caso práctico con requerimientos técnicos de una pieza mecatrónica (ej. carcasa de motor, engranaje).
- Los estudiantes analizarán requisitos técnicos, propiedades requeridas y costos.
- Realizarán una propuesta escrita justificando la selección del proceso de fundición más adecuado.
- Presentar brevemente sus conclusiones en clase.

Organización: Individual o grupos pequeños

Producto esperado: Informe escrito con selección y justificación; breve presentación oral.

Duración estimada: 3 horas.

Evaluación

Evaluación diagnóstica

Qué se evalúa: Conocimientos previos sobre procesos de fundición y moldeo.

Cómo se evalúa: Cuestionario de opción múltiple y preguntas abiertas al inicio de la unidad.

Instrumento sugerido: Test escrito o digital con preguntas clave sobre definiciones y tipos de fundición.

Evaluación formativa

Qué se evalúa: Comprensión y aplicación de conceptos durante las actividades prácticas.

Cómo se evalúa: Revisión de productos parciales (presentaciones, informes, cuadros comparativos) con retroalimentación continua.

Instrumento sugerido: Rúbricas para presentación, informe y análisis de defectos con criterios sobre contenido, claridad y profundidad.

Evaluación sumativa

Qué se evalúa: Logro integral de los objetivos de la unidad, capacidad para seleccionar procesos y controlar calidad.

Cómo se evalúa: Examen escrito con preguntas teóricas y problemas de análisis; evaluación de un caso práctico escrito con justificación técnica.

Instrumento sugerido: Examen final y entrega de estudio de caso evaluados con rúbrica detallada.

Unidad 9: Conformado por Deformación Plástica

Objetivos de Aprendizaje

- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de describir los principios y mecanismos fundamentales de las técnicas de conformado plástico como laminación, forja, extrusión y estampado, identificando sus características y aplicaciones específicas en piezas mecánicas.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de analizar las variables de proceso que afectan la calidad y propiedades mecánicas de las piezas obtenidas mediante deformación plástica, aplicando criterios metalúrgicos para optimizar dichos procesos.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de comparar y seleccionar técnicas de conformado plástico adecuadas para diferentes tipos de materiales metálicos utilizados en mecánica, justificando su elección con base en requerimientos funcionales y estructurales.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de evaluar el impacto de la deformación plástica en la microestructura y propiedades mecánicas de aleaciones metálicas mediante la interpretación de resultados experimentales y teóricos.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de aplicar conocimientos científicos para diseñar un proceso de conformado plástico que cumpla con especificaciones técnicas y funcionales para la fabricación de piezas mecánicas.

Contenidos Temáticos

1. Introducción a la Deformación Plástica en Materiales Metálicos

- Definición y conceptos básicos de deformación plástica

- Mecanismos de deformación plástica a nivel atómico y cristalino
- Importancia de la deformación plástica en ingeniería de materiales y mecatrónica

2. Técnicas de Conformado por Deformación Plástica

• Laminación

- Principios y tipos de laminación (en frío y en caliente)
- Equipos y herramientas utilizadas
- Parámetros de proceso y su influencia en el producto final
- Aplicaciones en piezas mecatrónicas

• Forja

- Principios de la forja: procesos en frío y en caliente
- Tipos de forja: abierta, cerrada, en matriz
- Equipos y maquinaria para forja
- Variables que afectan la calidad de la pieza forjada
- Ejemplos de piezas mecatrónicas fabricadas por forja

• Extrusión

- Fundamentos del proceso de extrusión
- Extrusión directa e indirecta
- Materiales adecuados para extrusión
- Control de variables para optimizar propiedades mecánicas
- Aplicaciones en componentes mecatrónicos

• Estampado

- Principios del estampado metálico
- Tipos de estampado: troquelado, embutido, doblado
- Herramientas y matrices utilizadas
- Impacto de variables de proceso en la calidad y propiedades
- Usos en fabricación de piezas mecatrónicas

3. Variables de Proceso y su Influencia en la Calidad y Propiedades Mecánicas

- Temperatura de trabajo: efectos en microestructura y propiedades
- Velocidad de deformación y su impacto en el comportamiento del material
- Grado de deformación y su correlación con propiedades mecánicas
- Lubricación y fricción en procesos de conformado
- Control de defectos: grietas, arrugas, endurecimiento excesivo

4. Microestructura y Propiedades Mecánicas tras Deformación Plástica

- Modificaciones microestructurales inducidas por deformación plástica
- Endurecimiento por deformación y recuperación
- Recristalización y crecimiento de grano
- Análisis de resultados experimentales: interpretación de diagramas y gráficos
- Relación entre microestructura, propiedades mecánicas y desempeño funcional

5. Selección y Diseño de Procesos de Conformado Plástico para Piezas Mecatrónicas

- Criterios para seleccionar la técnica de conformado adecuada según material y aplicación
- Evaluación de requerimientos funcionales y estructurales para piezas mecatrónicas
- Diseño de procesos integrados: pasos, parámetros y controles
- Simulación y modelado de procesos de conformado
- Estudio de casos prácticos y diseño de procesos para piezas específicas

Actividades

Actividad 1: Análisis Comparativo de Técnicas de Conformado

Objetivo: Describir los principios y mecanismos fundamentales de las técnicas de conformado plástico como laminación, forja, extrusión y estampado, identificando sus características y aplicaciones específicas en piezas mecatrónicas.

Descripción:

- Los estudiantes se dividen en cuatro grupos, cada uno asignado a una técnica: laminación, forja, extrusión o estampado.
- Cada grupo investiga y prepara una presentación detallada con: fundamentos, equipos, variables de proceso, aplicaciones en mecatrónica y ejemplos reales.
- Presentan sus resultados al resto de la clase, seguido de una sesión de preguntas y discusión comparativa.

Organización: Grupos

Producto esperado: Presentación en diapositivas y resumen escrito.

Duración estimada: 3 horas (2 para investigación y preparación, 1 para presentación y discusión)

Actividad 2: Estudio de Variables de Proceso en Conformado Plástico

Objetivo: Analizar las variables de proceso que afectan la calidad y propiedades mecánicas de las piezas obtenidas mediante deformación plástica, aplicando criterios metalúrgicos para optimizar dichos procesos.

Descripción:

- Se proporciona un caso práctico con datos experimentales de un proceso de forja o laminación.

- Los estudiantes analizan cómo variables como temperatura, velocidad y lubricación afectan la calidad y propiedades.
- Proponen ajustes para optimizar el proceso basándose en principios metalúrgicos.
- Discusión en clase para validar y comparar propuestas.

Organización: Parejas

Producto esperado: Informe de análisis y propuesta de optimización.

Duración estimada: 2 horas

Actividad 3: Taller de Microestructura y Propiedades Mecánicas Post-Deformación

Objetivo: Evaluar el impacto de la deformación plástica en la microestructura y propiedades mecánicas de aleaciones metálicas mediante la interpretación de resultados experimentales y teóricos.

Descripción:

- Se presentan imágenes de microestructura (microscopía óptica y SEM) de aleaciones antes y después de procesos de conformado.
- Los estudiantes interpretan los cambios observados, relacionándolos con propiedades mecánicas.
- Se incluyen gráficos de esfuerzo-deformación para análisis complementario.
- Discusión guiada para consolidar conceptos y su aplicación práctica.

Organización: Individual

Producto esperado: Reporte de interpretación y conclusiones.

Duración estimada: 2 horas

Actividad 4: Diseño de un Proceso de Conformado para Pieza Mecatrónica

Objetivo: Aplicar conocimientos científicos para diseñar un proceso de conformado plástico que cumpla con especificaciones técnicas y funcionales para la fabricación de piezas mecatrónicas.

Descripción:

- Se entrega a los estudiantes el diseño y especificaciones funcionales de una pieza mecatrónica.
- Individualmente o en parejas, diseñan un proceso de conformado plástico adecuado, justificando la selección de técnica, materiales, parámetros y controles.
- Preparan un informe detallado y una presentación para defender su diseño.
- Retroalimentación del docente y compañeros.

Organización: Individual o parejas

Producto esperado: Informe de diseño y presentación oral.

Duración estimada: 4 horas (3 para diseño y 1 para presentación)

Evaluación

Evaluación Diagnóstica

Qué se evalúa: Conocimientos previos sobre procesos de conformado plástico y conceptos básicos de deformación plástica.

Cómo se evalúa: Cuestionario diagnóstico con preguntas de opción múltiple y de respuesta corta.

Instrumento sugerido: Test en línea o en papel aplicado al inicio de la unidad.

Evaluación Formativa

Qué se evalúa: Comprensión progresiva de los procesos, análisis de variables, interpretación de microestructuras y capacidad para diseñar procesos.

Cómo se evalúa: Revisión y retroalimentación continua de las actividades prácticas y participación en discusiones.

Instrumento sugerido: Rúbricas para presentaciones, informes escritos y participación en clase.

Evaluación Sumativa

Qué se evalúa: Integración y aplicación de conocimientos para describir, analizar, comparar, evaluar y diseñar procesos de conformado plástico.

Cómo se evalúa: Examen teórico-práctico que incluye preguntas de desarrollo, análisis de casos y diseño de procesos, además de la entrega de un proyecto final.

Instrumento sugerido: Examen escrito y evaluación del proyecto de diseño con rúbrica detallada.

Unidad 10: Materiales Compuestos y Avanzados en Mecatrónica

Objetivos de Aprendizaje

- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de identificar las propiedades y tipos principales de materiales compuestos y avanzados, comparándolos con materiales metálicos tradicionales, mediante análisis teórico y casos prácticos.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de analizar la interacción y compatibilidad entre materiales compuestos y metálicos en aplicaciones mecatrónicas, evaluando su impacto en el desempeño mecánico y funcional.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de diseñar estrategias para integrar materiales compuestos con procesos metalúrgicos convencionales, justificando la selección de materiales y técnicas para optimizar el rendimiento de componentes mecatrónicos.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de evaluar críticamente estudios de caso sobre el uso de materiales avanzados en sistemas mecatrónicos, aplicando criterios técnicos para recomendar mejoras en diseño y fabricación.

Contenidos Temáticos

1. Introducción a los Materiales Compuestos y Avanzados

- Definición y clasificación de materiales compuestos
- Comparación básica entre materiales compuestos, avanzados y metálicos tradicionales
- Importancia de los materiales avanzados en la mecatrónica

2. Propiedades y Tipos de Materiales Compuestos

- Componentes principales: matriz y refuerzo
- Tipos de matrices: poliméricas, metálicas y cerámicas
- Tipos de refuerzos: fibras, partículas y laminados
- Propiedades mecánicas, térmicas, eléctricas y químicas
- Ejemplos de materiales compuestos comunes en mecatrónica

3. Materiales Avanzados en Mecatrónica

- Materiales nanoestructurados y nanotecnología aplicada
- Materiales inteligentes y funcionales (memoria de forma, piezoeléctricos, magnetostrictivos)
- Materiales biomiméticos y su relevancia en mecatrónica

4. Interacción y Compatibilidad entre Materiales Compuestos y Metálicos

- Problemas comunes en la unión de materiales compuestos con metales
- Compatibilidad térmica y mecánica
- Técnicas de unión y ensamblaje (adhesivos, soldadura, mecánicas)
- Efectos en el desempeño mecánico y funcional de sistemas mecatrónicos

5. Integración de Materiales Compuestos en Procesos Metalúrgicos Convencionales

- Procesos metalúrgicos básicos y su adaptación para materiales compuestos
- Diseño de estrategias de integración: selección de materiales y técnicas
- Optimización del rendimiento de componentes mecatrónicos
- Consideraciones de manufactura y costo

6. Análisis Crítico de Estudios de Caso en Sistemas Mecatrónicos

- Revisión de casos reales de uso de materiales avanzados en mecatrónica
- Evaluación de desempeño y fallas
- Aplicación de criterios técnicos para recomendar mejoras en diseño y fabricación
- Discusión de tendencias futuras y oportunidades en materiales compuestos

Actividades

Actividad 1: Análisis Comparativo de Materiales

Objetivo: Identificar propiedades y tipos principales de materiales compuestos y avanzados comparándolos con materiales metálicos tradicionales.

Descripción:

- Dividir a los estudiantes en grupos pequeños.
- Asignar a cada grupo un material específico (metálico, compuesto polimérico, compuesto metálico, material avanzado).
- Investigar y preparar una ficha técnica con propiedades mecánicas, térmicas y eléctricas.
- Comparar en plenaria las propiedades y discutir ventajas y desventajas para aplicaciones mecatrónicas.

Organización: Grupos de 3-4 estudiantes

Producto esperado: Ficha técnica comparativa y presentación breve

Duración estimada: 2 horas

Actividad 2: Taller de Compatibilidad y Unión de Materiales

Objetivo: Analizar la interacción y compatibilidad entre materiales compuestos y metálicos en aplicaciones mecatrónicas.

Descripción:

- Presentar diferentes métodos de unión (adhesivos, soldadura, ensamblajes mecánicos).
- Simular o analizar mediante software o casos prácticos la unión entre un material compuesto y un metal.
- Evaluar el impacto de la unión en propiedades mecánicas y funcionales.
- Discutir posibles fallas y soluciones.

Organización: Parejas

Producto esperado: Informe técnico con análisis de compatibilidad y recomendaciones

Duración estimada: 3 horas

Actividad 3: Diseño de Estrategias de Integración de Materiales

Objetivo: Diseñar estrategias para integrar materiales compuestos con procesos metalúrgicos convencionales.

Descripción:

- Plantear un problema de diseño de un componente mecatrónico que combine materiales compuestos y metálicos.
- Proponer una estrategia de selección de materiales y proceso de fabricación justificando técnica y funcionalmente.
- Presentar un plan de integración que incluya procesos metalúrgicos y consideraciones de manufactura.

Organización: Grupos de 4 estudiantes

Producto esperado: Proyecto de diseño con justificación técnica

Duración estimada: 4 horas

Actividad 4: Evaluación Crítica de Estudios de Caso

Objetivo: Evaluar críticamente estudios de caso sobre el uso de materiales avanzados en sistemas mecatrónicos y proponer mejoras.

Descripción:

- Entregar a los estudiantes uno o varios estudios de caso reales o simulados.
- Analizar aspectos técnicos, desempeño y posibles fallas.
- Discutir en grupo y desarrollar recomendaciones de mejora en diseño o fabricación.
- Presentar conclusiones en formato escrito y oral.

Organización: Individual o en parejas

Producto esperado: Informe crítico y presentación

Duración estimada: 3 horas

Evaluación

Evaluación Diagnóstica

Qué se evalúa: Conocimientos previos sobre materiales metálicos, compuestos y conceptos básicos de mecatrónica.

Cómo se evalúa: Cuestionario de opción múltiple y preguntas abiertas sobre propiedades y tipos de materiales.

Instrumento sugerido: Test escrito o en plataforma digital con retroalimentación inmediata.

Evaluación Formativa

Qué se evalúa: Desarrollo de habilidades analíticas, capacidad de diseño y crítica técnica durante las actividades.

Cómo se evalúa: Revisión de productos parciales de actividades, participación en discusiones y retroalimentación continua.

Instrumento sugerido: Rúbricas para fichas técnicas, informes y presentaciones; observación directa.

Evaluación Sumativa

Qué se evalúa: Comprensión integral y aplicación de los conceptos para identificar, analizar, diseñar y evaluar materiales compuestos y avanzados en mecatrónica.

Cómo se evalúa: Examen teórico-práctico con preguntas de desarrollo, análisis de casos y diseño estratégico.

Instrumento sugerido: Examen escrito presencial o en línea con casos prácticos y preguntas de reflexión técnica.

Unidad 11: Corrosión y Protección de Materiales Metálicos

Objetivos de Aprendizaje

- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de describir los principales fenómenos y tipos de corrosión que afectan a los materiales metálicos en ambientes operativos, identificando sus causas y características.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de analizar los mecanismos electroquímicos y físicos implicados en la corrosión de metales, evaluando su impacto en la integridad estructural de piezas mecatrónicas.

- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de comparar y seleccionar métodos de protección contra la corrosión, tales como recubrimientos, tratamientos superficiales y diseño adecuado, considerando las condiciones específicas de operación.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de aplicar criterios técnicos para diseñar estrategias de protección de materiales metálicos, integrando conocimientos metalúrgicos y de corrosión, para mejorar la durabilidad de componentes mecatrónicos.

Contenidos Temáticos

1. Introducción a la Corrosión de Materiales Metálicos

- Concepto y definición de corrosión: proceso natural de degradación de metales.
- Importancia en la ingeniería mecatrónica: impacto económico y funcionalidad de componentes.
- Causas generales de la corrosión: factores ambientales y materiales.

2. Tipos y Fenómenos de Corrosión

- Corrosión uniforme: características y ejemplos.
- Corrosión localizada:
 - Corrosión por picaduras (pitting): causas y consecuencias.
 - Corrosión bajo tensión (stress corrosion cracking): mecanismos y prevención.
 - Corrosión intergranular: efecto en la microestructura metálica.
- Corrosión galvánica: interacción entre metales diferentes.
- Corrosión por fatiga: influencia de esfuerzos cíclicos y ambiente corrosivo.
- Corrosión microbiológica: papel de microorganismos en la degradación metálica.

3. Mecanismos Electroquímicos y Físicos de la Corrosión

- Fundamentos electroquímicos:
 - Reacciones anódicas y catódicas.
 - Potencial electroquímico y series galvanicas.
 - Células galvánicas y su formación en ambientes operativos.
- Factores que influyen en la velocidad y tipo de corrosión:
 - Composición química y microestructura del metal.
 - Condiciones ambientales: pH, humedad, temperatura.
 - Presencia de electrolitos y contaminantes.
- Mecanismos físicos y mecánicos asociados:
 - Corrosión por abrasión y erosión.
 - Efecto de tensiones mecánicas y deformaciones.

- Impacto de la corrosión en la integridad estructural:
 - Degradación de propiedades mecánicas.
 - Fallos prematuros y seguridad operativa.

4. Métodos de Protección contra la Corrosión

- Protección por diseño:
 - Selección adecuada de materiales y aleaciones.
 - Diseño para evitar acumulación de humedad y electrolitos.
 - Consideraciones para minimizar uniones galvánicas desfavorables.
- Recubrimientos protectores:
 - Recubrimientos metálicos: galvanizado, niquelado, cromado.
 - Recubrimientos orgánicos: pinturas, esmaltes y polímeros.
 - Recubrimientos cerámicos y tratamientos superficiales.
- Tratamientos superficiales:
 - Pasivación y fosfatación.
 - Oxidación controlada y tratamientos térmicos.
- Protección catódica y anódica:
 - Aplicación de ánodos de sacrificio.
 - Impresión de corriente externa.
- Mantenimiento y monitoreo para prevención de corrosión:
 - Inspección periódica y técnicas de detección.
 - Evaluación de efectividad de métodos de protección.

5. Diseño de Estrategias Integrales de Protección para Componentes Mecatrónicos

- Evaluación del ambiente operativo y condiciones de servicio.
- Integración de conocimientos metalúrgicos y de corrosión para selección de materiales.
- Selección combinada de métodos de protección basados en análisis costo-beneficio.
- Casos prácticos y estudio de aplicaciones en componentes mecatrónicos.
- Consideraciones para la durabilidad y confiabilidad en diseño mecatrónico.

Actividades

1. Análisis de Casos de Corrosión en Componentes Mecatrónicos

Objetivo: Describir los principales fenómenos y tipos de corrosión identificando causas y características.

Descripción:

- Se proporcionan diferentes casos reales de fallos por corrosión en componentes mecatrónicos.
- Los estudiantes deben identificar el tipo de corrosión y explicar sus causas y características.
- Discusión en plenaria sobre las implicaciones prácticas y prevención.

Organización: Grupos de 3-4 estudiantes.

Producto esperado: Informe escrito y presentación breve con análisis del caso.

Duración estimada: 2 horas.

2. Taller de Modelado de Mecanismos Electroquímicos de Corrosión

Objetivo: Analizar los mecanismos electroquímicos y físicos implicados en la corrosión evaluando su impacto.

Descripción:

- Explicación teórica breve sobre reacciones anódicas y catódicas.
- Simulación práctica con modelos gráficos o software para representar células galvánicas.
- Evaluación del efecto de variables ambientales en la tasa de corrosión.

Organización: Individual o parejas.

Producto esperado: Reporte con análisis de resultados de simulación y conclusiones.

Duración estimada: 3 horas.

3. Comparación y Selección de Métodos de Protección

Objetivo: Comparar y seleccionar métodos de protección contra la corrosión considerando condiciones específicas.

Descripción:

- Se presentan diferentes escenarios de ambientes operativos (humedad, temperatura, presencia de electrolitos).
- Los estudiantes investigan y eligen métodos de protección adecuados para cada caso.
- Se realiza una tabla comparativa y justificación técnica de la selección.

Organización: Grupos de 3 personas.

Producto esperado: Tabla comparativa y presentación argumentada.

Duración estimada: 2.5 horas.

4. Diseño de Estrategia Integral de Protección para un Componente Mecatrónico

Objetivo: Aplicar criterios técnicos para diseñar estrategias de protección integradas que mejoren la durabilidad de componentes.

Descripción:

- Se asigna un componente típico de mecatrónica con especificaciones y ambiente operativo.
- Los estudiantes diseñan una estrategia de protección considerando selección de materiales, recubrimientos y diseño.
- Se realiza un análisis de costo-beneficio y un plan de mantenimiento.

- Presentación final del diseño y justificación técnica.

Organización: Grupos de 4 estudiantes.

Producto esperado: Informe técnico completo y presentación oral.

Duración estimada: 4 horas.

Evaluación

Evaluación Diagnóstica

Qué se evalúa: Conocimientos previos sobre corrosión y protección de materiales metálicos.

Cómo se evalúa: Cuestionario de opción múltiple y preguntas cortas sobre conceptos básicos.

Instrumento sugerido: Prueba escrita inicial con 15 preguntas.

Evaluación Formativa

Qué se evalúa: Progreso en la comprensión y aplicación de conceptos durante las actividades prácticas.

Cómo se evalúa: Revisión continua de informes parciales, participación en discusiones y desempeño en simulaciones.

Instrumento sugerido: Rúbricas para análisis de casos, informes de simulación y tablas comparativas.

Evaluación Sumativa

Qué se evalúa: Dominio integral de los objetivos específicos: descripción, análisis, comparación y diseño de estrategias.

Cómo se evalúa: Examen escrito teórico-práctico y presentación final del proyecto de diseño de protección.

Instrumento sugerido: Examen con preguntas de desarrollo y problemas aplicados; rúbrica para presentación y reporte técnico.

Unidad 12: Ensayos y Caracterización de Materiales

Objetivos de Aprendizaje

- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de identificar y describir las técnicas de ensayo mecánico, térmico y microestructural aplicadas a materiales metálicos, utilizando terminología técnica adecuada.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de analizar los resultados obtenidos de ensayos mecánicos, térmicos y microestructurales para determinar las propiedades y comportamiento de distintos materiales metálicos.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de interpretar micrografías y diagramas térmicos para evaluar la estructura y fases presentes en aleaciones metálicas bajo diferentes condiciones de tratamiento.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de diseñar un plan de caracterización de materiales metálicos para aplicaciones mecatrónicas, seleccionando las técnicas de ensayo apropiadas según las propiedades requeridas.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de comunicar de manera clara y técnica los resultados y conclusiones derivados de la caracterización de materiales en informes escritos y presentaciones orales.

Contenidos Temáticos

1. Introducción a la caracterización de materiales metálicos

- Importancia de la caracterización en ingeniería mecatrónica
- Clasificación de técnicas de ensayo: mecánico, térmico y microestructural
- Terminología básica y conceptos fundamentales

2. Técnicas de ensayo mecánico

- Ensayo de tracción: procedimiento, curva esfuerzo-deformación, propiedades obtenidas (límite elástico, resistencia a la tracción, ductilidad)
- Ensayo de dureza: métodos Vickers, Rockwell y Brinell; interpretación de resultados
- Ensayo de impacto Charpy y Izod: evaluación de tenacidad y resistencia al impacto
- Ensayo de fatiga: conceptos básicos y aplicación en materiales metálicos

3. Técnicas de ensayo térmico

- Análisis termogravimétrico (TGA): principios y aplicaciones
- Análisis diferencial de barrido (DSC): identificación de transiciones de fase y temperaturas críticas
- Calorimetría diferencial de barrido y su relación con tratamientos térmicos
- Interpretación de diagramas térmicos y su importancia en el comportamiento de aleaciones metálicas

4. Técnicas de caracterización microestructural

- Preparación de muestras metálicas para análisis microestructural: corte, pulido y ataque químico
- Microscopía óptica: fundamentos, tipos de microscopios y técnica de observación
- Microscopía electrónica de barrido (SEM): principios y aplicaciones en materiales metálicos
- Análisis y clasificación de micrografías: identificación de fases, granos, inclusiones y defectos

5. Interpretación integrada de resultados de caracterización

- Análisis conjunto de resultados mecánicos, térmicos y microestructurales
- Evaluación de comportamiento y propiedades en función de la microestructura y tratamientos térmicos
- Estudio de casos: correlación entre estructura, propiedades y desempeño en aplicaciones mecatrónicas

6. Diseño de planes de caracterización para materiales metálicos en mecatrónica

- Definición de objetivos y criterios de selección de técnicas de ensayo
- Integración de ensayos mecánicos, térmicos y microestructurales para caracterización completa
- Consideraciones prácticas: costos, tiempos y recursos disponibles
- Ejemplos y plantillas para el diseño de planes experimentales

7. Comunicación técnica de resultados y conclusiones

- Estructura y contenido de informes técnicos de caracterización
- Interpretación y presentación gráfica de resultados: tablas, gráficos, micrografías y diagramas térmicos
- Elaboración de presentaciones orales efectivas para audiencias técnicas
- Uso de terminología técnica precisa y claridad en la comunicación

Actividades

Actividad 1: Análisis comparativo de técnicas de ensayo mecánico

Objetivo: Identificar y describir técnicas de ensayo mecánico aplicadas a materiales metálicos.

Descripción:

- Dividir a los estudiantes en grupos pequeños.
- Cada grupo selecciona una técnica de ensayo mecánico (tracción, dureza, impacto o fatiga).
- Investigar el procedimiento, equipo, propiedades que mide y aplicaciones de la técnica.
- Preparar una exposición breve con gráficos y ejemplos prácticos.
- Presentar y discutir con el resto de la clase, comparando ventajas y limitaciones.

Organización: Grupos de 3-4 estudiantes

Producto esperado: Presentación oral con apoyo visual (diapositivas o póster)

Duración estimada: 2 sesiones de 1 hora

Actividad 2: Interpretación de micrografías y diagramas térmicos

Objetivo: Interpretar micrografías y diagramas térmicos para evaluar estructura y fases en aleaciones metálicas.

Descripción:

- Proporcionar a cada estudiante un conjunto de micrografías y diagramas térmicos de diferentes aleaciones y tratamientos térmicos.
- Analizar las imágenes y diagramas para identificar fases, tamaño de grano, y transiciones térmicas.
- Realizar un informe breve explicando la estructura observada y su relación con las propiedades del material.
- Compartir resultados en una sesión plenaria para discusión y retroalimentación.

Organización: Individual

Producto esperado: Informe técnico de interpretación

Duración estimada: 3 horas

Actividad 3: Diseño de un plan de caracterización para un componente mecatrónico

Objetivo: Diseñar un plan de caracterización seleccionando técnicas de ensayo apropiadas para materiales metálicos en aplicaciones mecatrónicas.

Descripción:

- Presentar un caso práctico: seleccionar un componente metálico típico en mecatrónica (por ejemplo, un eje o una carcasa).
- Identificar las propiedades clave requeridas para su desempeño.
- Diseñar un plan de caracterización que incluya técnicas de ensayo mecánico, térmico y microestructural.
- Justificar la selección de cada técnica y el orden de aplicación.
- Elaborar un documento que detalle el plan, cronograma y recursos necesarios.
- Presentar el plan para retroalimentación grupal.

Organización: Parejas o grupos de 3 estudiantes

Producto esperado: Documento de plan de caracterización y presentación oral

Duración estimada: 2 semanas (incluye investigación y presentación)

Actividad 4: Elaboración y presentación de informes técnicos de caracterización

Objetivo: Comunicar de manera clara y técnica los resultados y conclusiones derivados de la caracterización de materiales.

Descripción:

- Asignar a cada estudiante un conjunto de datos simulados o reales de ensayos mecánicos, térmicos y microestructurales.
- Redactar un informe técnico que incluya introducción, metodología, resultados, análisis y conclusiones.
- Preparar una presentación oral de 10 minutos que resuma los hallazgos principales.
- Realizar sesiones de presentación con retroalimentación del docente y compañeros.

Organización: Individual

Producto esperado: Informe técnico completo y presentación oral

Duración estimada: 1 semana

Evaluación

Evaluación diagnóstica

Qué se evalúa: Conocimientos previos sobre técnicas básicas de ensayo y conceptos generales de caracterización de materiales metálicos.

Cómo se evalúa: Cuestionario escrito con preguntas de opción múltiple y respuesta corta.

Instrumento sugerido: Test diagnóstico de 15 preguntas aplicadas al inicio de la unidad.

Evaluación formativa

Qué se evalúa: Progreso en la identificación, análisis e interpretación de técnicas de ensayo y resultados; habilidades en comunicación técnica.

Cómo se evalúa:

- Revisión y retroalimentación de actividades de análisis comparativo y diseño de planes de caracterización.
- Evaluación de informes parciales y presentaciones orales durante el desarrollo de la unidad.
- Participación en discusiones y sesiones prácticas.

Instrumento sugerido: Rúbricas para presentaciones y reportes, listas de cotejo para participación.

Evaluación sumativa

Qué se evalúa: Capacidad para integrar conocimientos y habilidades para caracterizar materiales metálicos, interpretar resultados y comunicar hallazgos.

Cómo se evalúa:

- Examen escrito con preguntas teóricas y análisis de casos prácticos.
- Entrega y defensa de un informe técnico completo con resultados de caracterización.
- Presentación oral formal ante el grupo o jurado académico.

Instrumento sugerido: Examen final, rúbricas para informe técnico y presentación oral.

Unidad 13: Procesos Metalúrgicos Avanzados

Objetivos de Aprendizaje

- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de analizar los efectos de los tratamientos termomecánicos en la microestructura de aleaciones metálicas mediante la interpretación de diagramas y resultados experimentales.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de describir los principios y etapas de procesos metalúrgicos avanzados, como la deformación en caliente y los tratamientos de envejecimiento, y evaluar su impacto en las propiedades mecánicas de materiales metálicos.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de comparar distintos procesos modernos de mejora de propiedades en aleaciones metálicas, seleccionando el método adecuado para aplicaciones específicas en mecatrónica.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de diseñar un plan de tratamiento termomecánico para una aleación metálica dada, justificando la elección de parámetros para optimizar sus propiedades mecánicas según requisitos funcionales.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de interpretar cambios cristalográficos y de fases inducidos por procesos metalúrgicos avanzados, relacionándolos con el desempeño y la durabilidad de componentes mecatrónicos.

Contenidos Temáticos

1. Introducción a los Tratamientos Termomecánicos en Aleaciones Metálicas

- Definición y objetivos de los tratamientos termomecánicos.
- Relación entre microestructura, tratamientos y propiedades mecánicas.
- Herramientas para el análisis: diagramas de fases, diagramas TTT y CCT.

2. Deformación en Caliente y sus Efectos en la Microestructura

- Principios de la deformación en caliente: temperatura crítica, recrystalización dinámica.
- Mecanismos microestructurales durante la deformación en caliente.
- Procesos metalúrgicos asociados: laminación, forjado y extrusión en caliente.
- Influencia en propiedades mecánicas y técnicas de control del proceso.

3. Tratamientos de Envejecimiento en Aleaciones Metálicas

- Concepto de envejecimiento natural y envejecimiento artificial.
- Mecanismos de precipitación y cambios microestructurales inducidos.
- Diagramas de tiempo-temperatura para envejecimiento y su interpretación.
- Impacto en las propiedades mecánicas: dureza, resistencia y ductilidad.

4. Procesos Modernos para la Mejora de Propiedades en Aleaciones

- Tratamientos termomecánicos avanzados: combinación de deformación y envejecimiento.
- Tecnologías emergentes: tratamiento criogénico, termo-mecánico controlado y nanostructuración.
- Comparación de procesos: ventajas, limitaciones y aplicaciones en mecatrónica.
- Criterios para la selección del proceso adecuado según requerimientos de diseño.

5. Diseño de Planes de Tratamiento Termomecánico

- Metodología para el diseño de tratamientos termomecánicos.
- Determinación de parámetros: temperatura, tiempo, velocidad de deformación y ciclos térmicos.
- Justificación técnica basada en microestructura y propiedades deseadas.
- Estudio de casos prácticos en aleaciones típicas para aplicaciones mecatrónicas.

6. Cambios Cristalográficos y de Fase Inducidos por Procesos Metalúrgicos Avanzados

- Transformaciones de fase y cambios en la estructura cristalina.
- Relación entre microestructura resultante y desempeño mecánico.
- Técnicas de caracterización: microscopía electrónica, difracción de rayos X y análisis térmico.
- Impacto en la durabilidad y confiabilidad de componentes mecatrónicos.

Actividades

Actividad 1: Análisis de Diagramas y Resultados Experimentales de Tratamientos Termomecánicos

Objetivo: Analizar los efectos de los tratamientos termomecánicos en la microestructura de aleaciones metálicas mediante la interpretación de diagramas y resultados experimentales.

Descripción paso a paso:

- Se proporciona a los estudiantes diagramas de fases, diagramas TTT y CCT específicos para una aleación metálica.

- Los estudiantes interpretan los diagramas para identificar fases presentes y transformaciones esperadas tras tratamientos térmicos y deformación.
- Se presentan resultados experimentales de micrografías y propiedades mecánicas post-tratamiento para analizar.
- Discusión guiada sobre la correlación entre microestructura y propiedades.

Organización: Grupos de 3-4 estudiantes

Producto esperado: Informe escrito con análisis y conclusiones sobre los efectos del tratamiento.

Duración estimada: 2 horas

Actividad 2: Simulación y Evaluación de Procesos de Deformación en Caliente

Objetivo: Describir los principios y etapas de la deformación en caliente y evaluar su impacto en las propiedades mecánicas.

Descripción paso a paso:

- Uso de software de simulación metalúrgica para reproducir procesos de deformación en caliente (p. ej., forjado o laminación).
- Variar parámetros como temperatura, velocidad de deformación y grado de deformación.
- Observar cambios en la microestructura simulada y propiedades mecánicas derivadas.
- Elaborar un reporte comparativo de resultados con análisis crítico.

Organización: Parejas

Producto esperado: Reporte de simulación con conclusiones sobre impacto del proceso.

Duración estimada: 3 horas

Actividad 3: Comparación y Selección de Procesos Modernos para Aplicaciones Mecatrónicas

Objetivo: Comparar distintos procesos modernos de mejora de propiedades en aleaciones metálicas y seleccionar el método adecuado para aplicaciones específicas.

Descripción paso a paso:

- Revisión bibliográfica y análisis de casos de aplicación real en mecatrónica.
- Elaboración de una matriz comparativa de procesos considerando ventajas, limitaciones, costos y resultados mecánicos.
- Discusión en clase para seleccionar el proceso más adecuado para un componente mecatrónico específico.

Organización: Grupos de 4 estudiantes

Producto esperado: Presentación oral apoyada con matriz comparativa y justificación de la selección.

Duración estimada: 2.5 horas

Actividad 4: Diseño de un Plan de Tratamiento Termomecánico para una Aleación Dada

Objetivo: Diseñar un plan de tratamiento termomecánico justificando la elección de parámetros para optimizar propiedades mecánicas según requisitos funcionales.

Descripción paso a paso:

- Se asigna una aleación metálica y un conjunto de requisitos mecánicos específicos para un componente mecatrónico.
- Cada estudiante o grupo diseña un plan de tratamiento termomecánico detallado, incluyendo parámetros térmicos y mecánicos.
- Se justifica técnicamente la selección de parámetros con base en teoría y literatura.
- Presentación y retroalimentación entre pares y docente.

Organización: Individual o parejas

Producto esperado: Documento técnico con plan de tratamiento y justificación.

Duración estimada: 3 horas

Evaluación

Evaluación Diagnóstica

Qué se evalúa: Conocimientos previos sobre microestructura, diagramas de fases y fundamentos de tratamientos térmicos.

Cómo se evalúa: Cuestionario diagnóstico con preguntas de opción múltiple y preguntas breves de interpretación de diagramas.

Instrumento sugerido: Prueba escrita en formato digital o papel al inicio de la unidad.

Evaluación Formativa

Qué se evalúa: Comprensión progresiva de los procesos metalúrgicos avanzados y capacidad de análisis crítico.

Cómo se evalúa: Revisión continua de actividades prácticas (informes, reportes, presentaciones), participación en discusiones y retroalimentación de pares.

Instrumento sugerido: Rúbricas para informes y presentaciones, observación directa y retroalimentación escrita.

Evaluación Sumativa

Qué se evalúa: Dominio integral de los objetivos de la unidad, incluyendo análisis, descripción, comparación, diseño e interpretación de procesos metalúrgicos avanzados.

Cómo se evalúa: Examen escrito con preguntas teóricas y prácticas, junto con la entrega de un proyecto final donde se diseña un plan de tratamiento termomecánico.

Instrumento sugerido: Examen formal y evaluación del proyecto final con rúbrica detallada.

Unidad 14: Diseño y Selección de Materiales para Mecatrónica

Objetivos de Aprendizaje

- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de analizar los criterios funcionales y de resistencia para seleccionar materiales adecuados en aplicaciones mecatrónicas, utilizando tablas y normas técnicas.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de evaluar las propiedades mecánicas y microestructurales de diferentes aleaciones metálicas para determinar su idoneidad en diseños mecatrónicos específicos.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de aplicar principios de procesos metalúrgicos para diseñar tratamientos y procesos de fabricación que optimicen el desempeño de los materiales seleccionados.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de comparar y justificar la elección de materiales y procesos metalúrgicos en función de requisitos de resistencia, durabilidad y funcionalidad en sistemas mecatrónicos.

Contenidos Temáticos

1. Introducción a la selección de materiales en mecatrónica

- Importancia de la selección adecuada de materiales en sistemas mecatrónicos
- Criterios generales de selección: funcionalidad, resistencia, costo y disponibilidad
- Normas técnicas y estándares internacionales aplicables (ASTM, ISO, SAE, entre otros)

2. Criterios funcionales y de resistencia para selección de materiales

- Definición y análisis de requisitos funcionales en componentes mecatrónicos (rigidez, conductividad, peso, entre otros)
- Propiedades mecánicas relevantes: resistencia a la tracción, dureza, tenacidad, fatiga y desgaste
- Uso de tablas técnicas y bases de datos para la selección de materiales (MatWeb, CES EduPack)
- Ejemplos prácticos de selección basados en requisitos de diseño

3. Evaluación de propiedades mecánicas y microestructurales de aleaciones metálicas

- Principales aleaciones metálicas usadas en mecatrónica: aceros, aluminio, cobre y sus aleaciones
- Microestructura y su influencia en propiedades mecánicas
- Técnicas de caracterización: microscopía óptica, análisis de fractura y pruebas mecánicas (tracción, dureza, impacto)
- Interpretación de resultados experimentales para determinar idoneidad del material en el diseño

4. Procesos metalúrgicos para optimización del desempeño de materiales

- Tratamientos térmicos: normalizado, temple, revenido, recocido y envejecimiento
- Procesos de fabricación: fundición, forja, laminado, mecanizado y soldadura
- Efecto de los procesos metalúrgicos sobre las propiedades finales del material
- Diseño de procesos y tratamientos para cumplir requisitos específicos de resistencia y funcionalidad

5. Comparación y justificación en la elección de materiales y procesos metalúrgicos

- Metodologías para comparar alternativas de materiales y procesos

- Evaluación de durabilidad, desempeño y costos asociados
- Estudios de casos reales en sistemas mecatrónicos
- Elaboración de reportes técnicos justificando la selección basada en criterios técnicos y económicos

Actividades

Actividad 1: Análisis de criterios funcionales para selección de materiales

Objetivo: Analizar criterios funcionales y de resistencia para seleccionar materiales adecuados en aplicaciones mecatrónicas.

Descripción:

- Se presenta un componente mecatrónico con requerimientos funcionales y de resistencia específicos.
- Los estudiantes consultan tablas técnicas y normas para identificar materiales potenciales.
- Analizan ventajas y limitaciones de cada material para el caso específico.
- Discuten en clase la selección más adecuada justificando con datos técnicos.

Organización: Grupos de 3-4 estudiantes

Producto esperado: Informe con la selección del material y justificación técnica.

Duración estimada: 2 horas

Actividad 2: Evaluación experimental y microestructural de aleaciones

Objetivo: Evaluar propiedades mecánicas y microestructurales de aleaciones metálicas para determinar su idoneidad.

Descripción:

- Realización de pruebas de dureza y tracción en muestras metálicas proporcionadas.
- Observación de microestructura mediante microscopía óptica.
- Interpretación de resultados comparándolos con requisitos funcionales de un diseño dado.
- Redacción de conclusiones sobre la idoneidad del material analizado.

Organización: Parejas

Producto esperado: Reporte técnico con análisis de resultados y conclusiones.

Duración estimada: 3 horas

Actividad 3: Diseño de tratamiento térmico para optimización del desempeño

Objetivo: Aplicar principios de procesos metalúrgicos para diseñar tratamientos que optimicen el desempeño del material.

Descripción:

- Presentación de un problema de diseño donde el material seleccionado requiere mejora en propiedades mecánicas.
- Investigación y propuesta de tratamiento térmico adecuado para optimizar resistencia y durabilidad.
- Simulación teórica o análisis de casos similares en la literatura.

- Presentación al grupo y justificación del proceso seleccionado.

Organización: Grupos de 3 estudiantes

Producto esperado: Presentación y documento con el diseño del tratamiento térmico.

Duración estimada: 2.5 horas

Actividad 4: Comparación y justificación de selección de materiales y procesos

Objetivo: Comparar y justificar la elección de materiales y procesos metalúrgicos según requisitos técnicos y económicos.

Descripción:

- Se entregan dos o más alternativas de materiales y procesos para un componente mecatrónico.
- Los estudiantes evalúan resistencia, durabilidad, funcionalidad y costos asociados.
- Elaboran un reporte técnico justificando la selección final.
- Discusión grupal para retroalimentación y análisis crítico.

Organización: Individual o parejas

Producto esperado: Reporte técnico comparativo y justificación de selección.

Duración estimada: 2 horas

Evaluación

Evaluación diagnóstica

Qué se evalúa: Conocimientos previos sobre propiedades de materiales, normas técnicas y criterios básicos de selección.

Cómo se evalúa: Cuestionario corto de opción múltiple y preguntas abiertas.

Instrumento sugerido: Test digital o en papel con 10-15 preguntas.

Evaluación formativa

Qué se evalúa: Progreso en análisis de criterios funcionales, interpretación de propiedades mecánicas, diseño de tratamientos y justificación técnica.

Cómo se evalúa: Revisión continua de actividades prácticas, retroalimentación en informes y presentaciones.

Instrumento sugerido: Rúbricas de evaluación para informes y presentaciones, observación directa y participación en clase.

Evaluación sumativa

Qué se evalúa: Capacidad integral para seleccionar materiales, evaluar propiedades, diseñar procesos y justificar decisiones en un caso real.

Cómo se evalúa: Examen final teórico-práctico con resolución de un caso de diseño mecatrónico que incluya selección, análisis de propiedades y propuesta de procesos.

Instrumento sugerido: Examen escrito y entrega de un proyecto final con informe técnico.

Unidad 15: Aplicaciones Prácticas y Casos de Estudio

Objetivos de Aprendizaje

- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de analizar casos reales de fabricación y tratamiento de piezas metálicas, identificando los procesos metalúrgicos aplicados y su impacto en las propiedades del material.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de evaluar la selección de materiales y tratamientos térmicos utilizados en sistemas mecatrónicos, justificando su adecuación según las propiedades mecánicas requeridas.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de interpretar los cambios microestructurales y cristalográficos observados en piezas metálicas mediante técnicas de caracterización, relacionándolos con el desempeño funcional en aplicaciones mecatrónicas.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de diseñar propuestas de mejora para procesos de fabricación y tratamiento de piezas metálicas en base a análisis de casos de estudio, aplicando criterios científicos y técnicos aprendidos en el curso.

Contenidos Temáticos

1. Introducción a los casos prácticos en fabricación y tratamiento de piezas metálicas

- Importancia de los casos de estudio en la ingeniería de materiales aplicada a mecatrónica
- Metodología para el análisis sistemático de casos reales
- Relación entre procesos metalúrgicos y propiedades funcionales de piezas metálicas

2. Análisis de procesos metalúrgicos en piezas mecatrónicas

- Descripción de procesos comunes: fundición, forjado, laminado, mecanizado y soldadura
- Tratamientos térmicos: recocido, temple, revenido, normalizado y envejecimiento
- Impacto de los procesos sobre la microestructura y propiedades mecánicas
- Casos reales: análisis detallado de piezas fabricadas mediante diferentes procesos

3. Evaluación de la selección de materiales y tratamientos térmicos en sistemas mecatrónicos

- Criterios para la selección de materiales en aplicaciones mecatrónicas
- Justificación técnica de tratamientos térmicos en función de requerimientos mecánicos y funcionales
- Comparación de alternativas de materiales y tratamientos para optimizar desempeño y costo
- Estudio de casos: evaluación crítica de materiales y tratamientos usados en componentes reales

4. Interpretación de cambios microestructurales y cristalográficos mediante técnicas de caracterización

- Principios de técnicas de caracterización: microscopía óptica y electrónica, difracción de rayos X

- Identificación de fases y estructuras cristalinas en piezas metálicas
- Relación entre microestructura y comportamiento mecánico/funcional en aplicaciones mecatrónicas
- Análisis de micrografías y patrones experimentales de casos reales

5. Diseño de propuestas de mejora en procesos y tratamientos basadas en análisis de casos

- Metodología para la identificación de oportunidades de mejora
- Aplicación de criterios científicos y técnicos para optimización de procesos
- Consideraciones económicas, de manufacturabilidad y desempeño funcional
- Elaboración de propuestas concretas para casos analizados

Actividades

1. Análisis de caso real de fabricación de pieza metálica para sistema mecatrónico

Objetivo: Analizar casos reales de fabricación y tratamiento de piezas metálicas, identificando procesos metalúrgicos y su impacto.

Descripción:

- Se dividirá a los estudiantes en grupos y se les entregará documentación técnica y muestras visuales (fotografías, diagramas) de una pieza metálica usada en mecatrónica.
- Deberán identificar los procesos metalúrgicos aplicados y describir cómo afectan las propiedades del material.
- Presentarán un informe que detalle el análisis desde el punto de vista metalúrgico.

Organización: grupos de 3-4 personas

Producto esperado: informe escrito y presentación oral breve

Duración estimada: 3 horas

2. Taller de evaluación crítica de selección de materiales y tratamientos térmicos

Objetivo: Evaluar la selección de materiales y tratamientos térmicos en sistemas mecatrónicos, justificando su adecuación.

Descripción:

- Se entregan fichas técnicas de diferentes materiales y tratamientos térmicos aplicados en componentes reales.
- Los estudiantes analizarán las propiedades mecánicas requeridas y decidirán si la selección fue adecuada o propone alternativas.
- Discusión en plenaria para contrastar criterios y justificaciones.

Organización: parejas o grupos pequeños

Producto esperado: reporte de evaluación y propuesta fundamentada

Duración estimada: 2 horas

3. Interpretación práctica de micrografías y patrones cristalográficos

Objetivo: Interpretar cambios microestructurales observados en piezas metálicas y relacionarlos con desempeño funcional.

Descripción:

- Se proporcionan imágenes de microscopía y difracción de rayos X de piezas tratadas.
- Los estudiantes identificarán fases, defectos y características microestructurales.
- Relacionarán estos hallazgos con las propiedades mecánicas y funcionales esperadas.

Organización: individual o parejas

Producto esperado: análisis escrito con interpretación gráfica

Duración estimada: 2 horas

4. Diseño de propuesta de mejora para un proceso de fabricación y tratamiento

Objetivo: Diseñar propuestas de mejora para procesos en base a análisis de casos, aplicando criterios científicos y técnicos.

Descripción:

- Se asigna un caso de estudio con información detallada de proceso y resultados actuales.
- Los estudiantes deben identificar oportunidades de mejora y diseñar una propuesta fundamentada, incluyendo aspectos técnicos y económicos.
- Presentación y defensa de la propuesta ante el grupo.

Organización: grupos de 3-4 personas

Producto esperado: documento con propuesta y presentación oral

Duración estimada: 4 horas

Evaluación

Evaluación diagnóstica

Qué se evalúa: Conocimientos previos sobre procesos metalúrgicos y selección de materiales en mecatrónica.

Cómo se evalúa: Cuestionario de opción múltiple y preguntas abiertas breves al inicio de la unidad.

Instrumento sugerido: Test en línea o papel con preguntas específicas sobre fundamentos metalúrgicos y aplicaciones mecatrónicas.

Evaluación formativa

Qué se evalúa: Progreso en análisis de casos, interpretación microestructural y justificación técnica de selecciones y propuestas.

Cómo se evalúa: Revisión de informes, participación en talleres, retroalimentación continua durante actividades prácticas.

Instrumento sugerido: Rúbricas para informes y presentaciones, listas de cotejo para participación y entrega de productos parciales.

Evaluación sumativa

Qué se evalúa: Capacidad integrada para analizar, evaluar, interpretar y proponer mejoras en procesos metalúrgicos aplicados a piezas mecatrónicas.

Cómo se evalúa: Examen final con preguntas de análisis crítico, estudio de caso integral y desarrollo de propuesta de mejora.

Instrumento sugerido: Examen escrito y presentación oral del caso de propuesta de mejora con defensa ante docente y compañeros.

Unidad 16: Proyecto Final y Evaluación Integral

Objetivos de Aprendizaje

- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de diseñar un proyecto integrador que analice y seleccione materiales metálicos adecuados para una aplicación mecatrónica específica, justificando su elección con base en propiedades microestructurales y atómicas.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de aplicar procesos metalúrgicos fundamentales, como fundición, deformación plástica y tratamientos térmicos, para optimizar las propiedades del material en el desarrollo del proyecto final.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de evaluar y interpretar los cambios cristalográficos y de fases en las aleaciones metálicas utilizadas en su proyecto, relacionándolos con el desempeño mecánico requerido.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de integrar conocimientos científicos y técnicos para justificar el diseño y selección de procesos de fabricación y tratamiento térmico en la elaboración de piezas metálicas para la aplicación mecatrónica propuesta.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de presentar y defender el proyecto final mediante un informe escrito y una exposición oral, demostrando comprensión integral de los fundamentos y procesos metalúrgicos aplicados.

Contenidos Temáticos

1. Introducción al Proyecto Final Integrador

- Objetivos y alcance del proyecto integrador: Definición de la aplicación mecatrónica a desarrollar, criterios de selección de materiales y procesos.
- Revisión de conceptos clave: Propiedades microestructurales, procesos metalúrgicos y análisis de fases en aleaciones metálicas.
- Metodología para el desarrollo del proyecto: Planeación, investigación, diseño, aplicación práctica y presentación.

2. Análisis y Selección de Materiales Metálicos para Aplicaciones Mecatrónicas

- Fundamentos para la selección de materiales: Propiedades mecánicas, térmicas, eléctricas y químicas relevantes en mecatrónica.
- Evaluación microestructural y atómica: Identificación de fases, estructura cristalina, defectos y su influencia en el desempeño del material.
- Herramientas y técnicas para la selección: Diagramas de fases, tablas de propiedades, análisis comparativos y software especializado.
- Justificación técnica de la selección: Argumentación basada en características microestructurales y atómicas adaptadas a los requerimientos del proyecto.

3. Aplicación de Procesos Metalúrgicos Fundamentales en el Desarrollo del Proyecto

- Fundición y solidificación: Tipos de fundición, control de microestructura y defectos comunes.
- Deformación plástica: Técnicas (laminación, forjado, estirado), influencia en la microestructura y propiedades mecánicas.
- Tratamientos térmicos: Recocido, normalizado, templado y revenido; efectos en la estructura y optimización de propiedades.
- Integración de procesos para optimización del material: Combinación de procesos metalúrgicos para cumplir requisitos funcionales.

4. Evaluación e Interpretación de Cambios Cristalográficos y de Fases

- Análisis de diagramas de fases para aleaciones metálicas usadas en mecatrónica.
- Transformaciones cristalográficas: Martensítica, perlítica, bainítica y sus implicaciones.
- Relación entre microestructura, fases y desempeño mecánico: Dureza, resistencia, tenacidad y fatiga.
- Técnicas de caracterización: Microscopía óptica y electrónica, difracción de rayos X y análisis térmico.

5. Integración Científica y Técnica para la Justificación del Diseño y Procesos de Fabricación

- Diseño de piezas metálicas para aplicaciones mecatrónicas: Especificaciones técnicas y funcionales.
- Selección y justificación de procesos de fabricación: Evaluación de costos, viabilidad y calidad.
- Diseño de tratamientos térmicos adecuados para la optimización del desempeño.
- Consideraciones ambientales y de sostenibilidad en la selección de materiales y procesos.

6. Presentación y Defensa del Proyecto Final

- Estructura del informe técnico: Resumen, introducción, metodología, resultados, análisis, conclusiones y referencias.
- Preparación de la exposición oral: Uso de recursos visuales, organización del discurso y manejo de preguntas.
- Evaluación crítica y autoevaluación: Reflexión sobre fortalezas, debilidades y aprendizajes obtenidos.
- Técnicas de comunicación técnica efectiva en ingeniería.

Actividades

1. Taller de Selección y Justificación de Materiales para un Caso de Estudio Mecatrónico

Objetivo: Diseñar un análisis detallado para seleccionar materiales metálicos adecuados, justificando la elección mediante propiedades microestructurales y atómicas.

Descripción:

- Se presenta un caso de estudio con especificaciones para un componente mecatrónico.
- Los estudiantes investigan las propiedades de diferentes materiales metálicos disponibles.
- Realizan un análisis comparativo considerando propiedades microestructurales y atómicas que afectan al desempeño.
- Preparan un informe justificando la selección final.

Organización: Grupos de 3-4 estudiantes

Producto esperado: Informe escrito con la selección y justificación técnica del material.

Duración estimada: 3 horas

2. Simulación y Aplicación Práctica de Procesos Metalúrgicos

Objetivo: Aplicar procesos metalúrgicos (fundición, deformación plástica, tratamientos térmicos) para optimizar propiedades del material seleccionado.

Descripción:

- Se asigna a cada grupo un proceso metalúrgico específico para simular o describir su aplicación en el proyecto.
- Utilizan software de simulación o realizan experimentos básicos en laboratorio (según disponibilidad).
- Analizan los efectos del proceso en la microestructura y propiedades mecánicas.
- Elaboran un reporte que incluya propuesta de proceso aplicado y resultados esperados.

Organización: Grupos de 3-4 estudiantes

Producto esperado: Reporte técnico con simulación/experimentación y propuesta de optimización.

Duración estimada: 4 horas

3. Análisis de Diagramas de Fases y Caracterización Microestructural

Objetivo: Evaluar e interpretar cambios cristalográficos y de fases en aleaciones metálicas para relacionarlos con desempeño mecánico.

Descripción:

- Los estudiantes reciben diagramas de fases y micrografías de aleaciones comunes en mecatrónica.
- Analizan las transformaciones de fases presentes y su impacto en propiedades mecánicas.
- Realizan una presentación grupal explicando sus interpretaciones y conclusiones.

Organización: Grupos de 2-3 estudiantes

Producto esperado: Presentación oral con apoyo visual y análisis escrito.

Duración estimada: 2.5 horas

4. Elaboración y Defensa del Proyecto Final Integrador

Objetivo: Integrar conocimientos para diseñar, justificar y presentar un proyecto final que incluya selección de materiales, procesos metalúrgicos y evaluación microestructural.

Descripción:

- Desarrollan un proyecto completo basado en una aplicación mecatrónica asignada o propuesta.
- Preparan un informe técnico detallado que incluya diseño, selección y procesos aplicados.
- Realizan una exposición oral defendiendo el proyecto ante el docente y compañeros.
- Reciben retroalimentación y realizan ajustes finales.

Organización: Grupos de 3-4 estudiantes

Producto esperado: Informe técnico final y presentación oral.

Duración estimada: 8 horas distribuidas en varias sesiones

Evaluación

Evaluación Diagnóstica

Qué se evalúa: Conocimientos previos sobre propiedades de materiales, procesos metalúrgicos y análisis microestructural.

Cómo se evalúa: Cuestionario de opción múltiple y preguntas abiertas breves.

Instrumento sugerido: Test en línea o en papel aplicado al inicio de la unidad.

Evaluación Formativa

Qué se evalúa: Progreso en selección de materiales, aplicación de procesos metalúrgicos y análisis de fases durante el desarrollo de actividades.

Cómo se evalúa: Revisión de informes parciales, observación de trabajos en grupo, retroalimentación en presentaciones orales.

Instrumento sugerido: Rúbricas específicas para informes técnicos, participación y presentaciones.

Evaluación Sumativa

Qué se evalúa: Capacidad para integrar y aplicar conocimientos en el diseño, justificación y presentación del proyecto final.

Cómo se evalúa: Calificación del informe final y la defensa oral del proyecto.

Instrumento sugerido: Rúbrica detallada que incluya criterios técnicos, argumentación, calidad de la presentación y dominio del tema.