



1 .Departamento: CIENCIA DE LOS MATERIALES (6509)
www.departamento.mt.usb.ve

2. Asignatura: Materiales de Ingeniería

3. Código de la asignatura: MT4511 Requisitos: MT2513, MT3511

No. de unidades-crédito: 3

No. de horas semanales: Teoría: 4 Práctica: 1 Laboratorio: 0

4. Fecha de entrada en vigencia de este programa: Enero 2008

5. OBJETIVO GENERAL:

Materiales de Ingeniería tiene como objetivo principal desarrollar en el futuro ingeniero de materiales la habilidad de seleccionar los materiales y los procesos de manufactura adecuados para determinada aplicación. Para ello se utilizarán criterios basados en el conocimiento, la comparación y el análisis del comportamiento de los materiales y de los diferentes procesos de manufactura que tiene el ingeniero a su disposición para el diseño.

6. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Identificar a los materiales más utilizados en aplicaciones de ingeniería.
- Definir las propiedades más importantes de los materiales que son consideradas en el diseño de ingeniería para las distintas familias de materiales.
- Analizar la relación materiales-forma-procesos de manufactura-propiedades de los materiales.
- Distinguir las principales características de cada una de las familias de materiales disponibles al ingeniero para determinadas aplicaciones.
- Analizar comparativamente los diferentes materiales en cada familia
- Identificar las etapas del diseño y el papel que juega la selección de materiales y procesos de manufactura.
- Establecer los criterios y métodos para la adecuada selección de los materiales para determinada aplicación.
- Determinar la combinación de propiedades de los materiales (índices de eficiencia) y el factor de forma que deben considerarse para determinadas aplicaciones en ingeniería.
- Categorizar a los diferentes procesos de manufactura disponibles para el diseño y manipulación de los materiales.
- Establecer criterios y métodos para la selección sistemática de procesos de manufactura
- Aplicar criterios de selección de materiales y procesos para una determinada aplicación o casos de estudio planteados.

7. CONTENIDOS:

Tema 1. Introducción - Materiales de Ingeniería (2 h)

Clasificación de los materiales: Metales y aleaciones, Cerámicas, Vidrios, Polímeros, Elastómeros y Materiales compuestos. Relación estructura-procesamiento-propiedades. Propiedades de los materiales: generales, mecánicas, térmicas, eléctricas, ópticas, ecológicas y resistencia ambiental. Diagramas de propiedades: Diagramas de Ashby. Propiedades de los materiales limitantes del diseño.

PARTE I. METALES Y ALEACIONES.

Tema 2. Aleaciones Ferrosas (2 h).

Aceros, clasificación y nomenclatura. Efecto de los elementos aleantes. Aceros de baja aleación. Los aceros inoxidable y su clasificación: austeníticos, ferríticos, martensíticos y dúplex. Aceros de alta aleación para herramientas. Fundiciones: gris, nodular (dúctil), y blanca. Superaleaciones base hierro. Aplicaciones de las aleaciones ferrosas.

Tema 3. Aleaciones no ferrosas (2 h)

Aleaciones Ligeras: Aleaciones de Aluminio, Magnesio y Titanio. Características, propiedades, tratamientos y aplicaciones. Aleaciones de Cobre: latones, bronce y cuproníquel. Propiedades y aplicaciones. Aleaciones de níquel: Monel y superaleaciones base níquel. Superaleaciones base cobalto. Zinc y sus aleaciones. Metales preciosos.

PARTE II. CERÁMICAS Y VIDRIOS

Tema 4. Cerámicas y vidrios (2 h)

Clasificación general: vidrios, cerámicas vítreas, cerámicas de alta tecnología, cemento y concreto, rocas y minerales. Estructura, microestructura y propiedades especiales de las cerámicas. Estadística de la fractura frágil: Weibull. Datos para el diseño. Aplicaciones generales de las cerámicas.

Tema 5. Óxidos, compuestos cerámicos y sus aplicaciones (1 h)

Óxidos simples: SiO_2 , Al_2O_3 y ZrO_2 . Sistema Cuarzo-Arcillas-Feldespato. Refractarios en el sistema $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-MgO/CaO/ZrO}_2$. Espinelas. Ferritas. Perovskitas. Carbonatos. Fosfatos. Sulfatos. Hidratos. Cerámicas naturales: mármol, granito, arenas e hielo. Cemento y concreto.

Tema 6. Vidrios, Vitrocerámicas y cerámicas de alto desempeño (1 h)

Silicatos y Borosilicatos. Características y aplicaciones. Vitrocerámicas y sus aplicaciones. Alúmina de alta densidad. Carburos y nitruros de silicio. Carburos de tungsteno y boro. Sialones (Si_2AlON_3). Zirconio cúbico. Fluoruros. Cerámicas especiales: TiO_2 para fotocatalisis, YBaCuO, ZnO, otros.

PARTE III. POLÍMEROS.

Tema 7. Polímeros (2 h)

Clasificación general: termoplásticos, termoestables o resinas, elastómeros y polímeros naturales. Características y propiedades. Relación estructura y propiedades. Comportamiento mecánico de los polímeros. Datos para el diseño. Aplicaciones generales.

Tema 8. Termoplásticos (1 h)

Polietileno (PE). Polipropileno (PP). Policloruro de vinilo (PVC). Poliestireno (PS). Politetrafluoroetileno (Teflón, PTFE), Polimetilmetacrilato (PMMA, Plexiglass). Copolímeros de estireno. Relación entre la composición, la morfología y las propiedades. Aplicaciones.

Tema 9. Polímeros termoestables y de alto desempeño (1 h)

Relación estructura-propiedades en materiales ingenieriles y de alto desempeño. Epóxicos. Poliésteres. Policarbonatos. Poliacetales. Poliamidas. Fibras. Películas. Laminados. Pinturas. Adhesivos

PARTE IV. MATERIALES HÍBRIDOS

Tema 10. Materiales híbridos (2 h)

Tipos de materiales híbridos: compuestos, sándwiches, redes y segmentos. Clasificación de los materiales compuestos dependiendo del refuerzo: fibras unidireccionales y cortas, partículas, laminado, etc. Límites para las propiedades de los materiales compuestos. Aplicaciones generales.

Tema 11. Diseño de materiales híbridos (2 h)

Criterios para la selección de componentes de materiales compuestos: matrices y refuerzos. El método: "A+B+configuración+forma". Materiales compuestos. Estructuras tipo: sándwiches, redes y segmentadas. Sólidos celulares o espumas.

PARTE V. SELECCIÓN DE MATERIALES Y PROCESOS

Tema 12. La Selección de Materiales (2 h)

Los materiales en el diseño. Relación entre función, material, forma y procesos de manufactura. El proceso de selección. Criterios generales para la selección: Índices de desempeño de materiales. Matrices de decisión. Selección con sistemas expertos. Análisis de valor. Análisis de fallas. Análisis costo beneficio. Casos de estudio.

Tema 13. Selección de Materiales: Índices de eficiencia (2 h)

Estrategias de selección: atributos del material, traducción de requerimientos del diseño (función, restricciones, objetivo y variables libres), pre-selección, índice de materiales e información soporte. Índices de eficiencia de los materiales y su uso sobre diagramas de propiedades. Casos de estudio y problemas prácticos.

Tema 14. Selección de Materiales: factor de forma y casos complejos (2 h)

Selección con múltiples restricciones y objetivos. Casos de estudio. Selección de materiales y forma. Factor de forma: microscópicos y microestructurales. Eficiencia de forma. Índices de materiales que incluyen forma. Casos de estudio. Diseño de materiales compuestos. Casos de estudio. Los materiales y el ambiente. Los materiales en el diseño industrial.

Tema 15. Selección de Procesos (2 h)

Los procesos y su clasificación: conformado, unión, tratamientos y acabado superficial. Selección sistemática de procesos. Costo del proceso. Selección de procesos asistidos por computadora. Casos de estudio y problemas prácticos.

Tema 16. Eco-selección de Materiales (2 h).

El consumo de materiales. El ciclo de vida de los materiales: criterios de evaluación. Eco-propiedades, definición y medición: energía almacenada, emisión de CO₂, reciclaje. Diagramas de eco-propiedades. Selección de materiales en el eco-diseño.

Tema 17. Selección de Materiales: Aplicaciones y Casos de Estudio (14 h)

Definición y medición de propiedades. Diagramas de propiedades. Soluciones estándar a problemas de diseño. Índices de materiales para el diseño. Casos de estudio y aplicaciones prácticas: (a) rigidez, peso y resistencia a la deformación; (b) Fractura, tenacidad a la fractura y fatiga; (c) fricción y desgaste; (d) propiedades térmicas y materiales a alta temperatura; (e) propiedades eléctricas y magnéticas; (f) Propiedades ópticas; (g) durabilidad: corrosión, oxidación y degradación.

8. ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS, DIDACTICAS O DE DESARROLLO DE LA

ASIGNATURA:

1. Clases magistrales: donde se expondrán de manera sintetizada y concreta los temas formativos de criterios de selección y de comparación de los diferentes materiales.
2. Seminarios: Se propone la realización de seminarios donde profesores expertos en temas particulares se podrán dirigir a los estudiantes. Se pueden planificar 1 ó 2 seminarios por parte del curso, con una duración de 2 h. En la siguiente tabla se muestran algunos ejemplos:

Tabla 1. Posibles temas de los Seminarios

| Parte | Temas de seminarios |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Metales y Aleaciones | Fundiciones y aplicaciones. Superaleaciones y sus aplicaciones |
| Cerámicas y Vidrios | Refractarios y su selección Vitro-cerámicas y sus aplicaciones |
| Polímeros | Co-polímeros, fabricación y aplicaciones. Polímeros reforzados y aplicaciones. |

3. Trabajos en grupo: se promoverán de manera regular los trabajos en grupo que fomenten la participación de los estudiantes en grupos de investigación. Estos trabajos de grupos pueden consistir en:
 - a. El tratamiento de casos de estudio, en donde el estudiante tratará de resolver un problema práctico aplicando los conocimientos y criterios aprendidos.
 - b. Análisis detallado de los materiales de construcción de algún artefacto de uso doméstico o industrial, que permita crear en el estudiante criterios de selección de materiales.
4. Sesiones de Ejercicios y/o Problemas: se tratarán de generar problemarios para resolver numéricamente o para analizar y desarrollar habilidades.
5. Investigaciones: en Internet o utilizando el CES Edupack 2009 como base de datos interactiva.
6. Presentaciones de artículos de interés: estos trabajos en grupo pueden ser presentados de manera muy breve al resto de los estudiantes para difundir la información procesada.
7. Simulaciones computarizadas: a lo largo de todo el curso se utilizará el selector de materiales CES 2009, el cual será empleado para el estudio de casos y resolución de problemas prácticos. También para la generación de diagramas de propiedades, comparación de materiales y definición de propiedades. Una herramienta didáctica importante.

9. ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN:

Ejemplos de estrategias de evaluación:

1. Pruebas escritas: se recomiendan 3 exámenes parciales. Semanas 4, 8 y 12.
2. Trabajo de Investigación presentado en forma de artículo. Se trata de una investigación en la literatura especializada e internet acerca de la influencia de la evolución de los materiales en los cambios en el diseño de algún objeto: carrocería de autos, carros de formula 1, fuselaje y alas de aviones, palos y bolas de jugar golf, raquetas, contenedores de bebidas, chalecos antibalas, frenos de vehículos, puentes, implantes de cadera, odontología reconstructiva, grabaciones magnéticas, medios de alta densidad para guardar información en computadoras, luces eléctricas para uso doméstico e industrial, motores de jet, unidades de despliegue visual (TV, monitores, pantallas, etc.), circuitos integrados, baterías recargables, molinos de viento, generadores eólicos, arquería (arcos y flechas), bicicletas de carrera, herramientas de corte, tablas de surf, esquíes, motores de magnetos permanentes, vehículos blindados, yates, recipientes navales (tanqueros), monedas, micrófonos y cornetas, equipos de escalar, etc.
3. Un informe producto del análisis de un artefacto doméstico o industrial en donde se apliquen las herramientas aprendidas en clases: identificación y justificación de los materiales seleccionados en el diseño de los artefactos, análisis del funcionamiento y/o fallas de los materiales, propuestas de otros materiales que puedan utilizarse con ventaja.
4. Ejercicios, tareas y/o asignaciones para fuera del aula. Se intentará en cada tema proveer al estudiante de una lista de casos de estudios, problemas e investigaciones cortas para afianzar lo aprendido en el tema.

Presentaciones por parte del estudiante. De la selección de algunos artículos en revistas o libros especializados el estudiante debe preparar una clase corta para transmitir lo más importante del artículo o texto estudiado. Estas clases cortas deben considerar la entrega de material de apoyo a los estudiantes: tablas y figuras, ejemplos, etc. Este material de apoyo debe servir al estudiante como guía para profundizar sus conocimientos.

10. FUENTES DE INFORMACIÓN:

Libros Generales:

- 1- Pat L. Mangonon. **Ciencia de Materiales: Selección y Diseño.** Prentice Hall. México, 2001.
- 2- James P. Schaffer, Ashok Saxena, Stephen D. Antolovich, Thomas H. Sanders y Steven B. Warner. **Ciencia y Diseño de Ingeniería de los Materiales.** CECSA, México, 2000.
- 3- James F. Shackelford. **Introducción a la Ciencia de Materiales para Ingenieros.** 6ta Edición. Pearson-Prentice Hall. España, 2005.
- 4- Michael F. Ashby and David Jones. **Engineering Materials 1: An introduction to Properties, Applications and Design.** 3rd Edition. Elsevier, UK, 2005.
Michael F. Ashby and David Jones. **Engineering Materials 2: An introduction to Microstructures, Processing and Design.** 3rd Edition. . Butterworth-Heinemann and Elsevier, UK, 2006. **Selección de Materiales:**
- 5- Michael Ashby, Hugh Shercliff and David Cebon. **Materials: engineering, science, processing and design.** Butterworth-Heinemann and Elsevier, UK, 2007.
- 6- Michael Ashby, Kara Jonson. **Materials and Design: The Art and Science of Material Selection in Product Design** Butterworth Heinemann UK, 2002
- 7- Michael Ashby. **Materials Selection in Mechanical Design 3rd Edition** Butterworth-Heinemann. UK, 2004
- 8- G.E. Dieter. **ASM Handbook: Materials Selection and Design v. 20,** ASM International, USA, 1997.
- 9- F.A.A. Crane, J.A. Charles **Selection and Use of Engineering Materials.** Butterworth-Heinemann Hardcover - March 1989
- 10-George E. Dieter **Engineering Design: A Materials and Processing Approach.** McGraw-Hill International Editions, Singapore, 2000.
- 11-Artículos de revistas especializadas.