



1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Procesos Especiales
Clave de la asignatura:	IPF - 2104
SATCA ¹ :	3 – 2 – 5
Carrera:	Ingeniería Aeronáutica

2. Presentación

Caracterización de la asignatura
Esta asignatura aporta al perfil del Ingeniero Aeronáutico las herramientas necesarias para desarrollar, analizar y diseñar proyectos relacionados con los procesos de manufactura, optimizando recursos y buscando alternativas innovadoras a las prácticas convencionales en la industria. Debido al constante desarrollo en la ciencia de materiales, hay un incremento en la demanda de elementos mecánicos y dispositivos electrónicos para satisfacer las necesidades aeronáuticas; nuevos productos requieren nuevos procesos que hagan más eficiente la producción pero que también mejoren la calidad del producto, además las nuevas tecnologías facilitan la producción de componentes más complejos y más precisos. Tradicionalmente se pretende agregar valor al material cambiando su forma o propiedades, mediante la combinación de distintos materiales alterados a conveniencia del usuario, de forma tal, que satisfagan necesidades de su entorno o la sociedad. Es prudente hacer notar que los procesos especiales de manufactura en operaciones de ensamblado, acabado y formado, son actividades que se contemplan dentro del ámbito del ingeniero aeronáutico, por lo que su influencia es de suma importancia para la formación ya que, en el ámbito industrial el área de procesos es una de las áreas donde más se puede efficientar un producto en sus requerimientos.
Intención didáctica
Gracias a la trascendencia de esta materia en la formación integral del estudiante es necesario que el docente como líder y ejemplo a seguir, participe y conozca actividades de investigación, desarrollo tecnológico, innovación, gestión, y vinculación con los sectores industriales que pueden ser utilizados como casos de análisis. Debido a su carácter especializante se incluye en los semestres finales del plan de estudios, ya que demanda conocimientos de materias como ingeniería de materiales, materiales aeronáuticos, procesos de fabricación, mecánica de materiales I y II, y sistemas de calidad en aeronáutica; con la finalidad de cimentar los conocimientos adquiridos en la carrera se recomienda trabajar esta materia con proyectos por equipos de trabajo que fomenten la creatividad y la innovación, así como las competencias transversales en el alumnado. El primer tema tiene como finalidad relacionar al alumno con las técnicas de formado de polímeros, materiales compuestos y uniones con adhesivos, lo que se está volviendo indispensable en los procesos más novedosos de manufactura. El segundo tema tiene por objetivo estudiar la metalurgia de polvos, la importancia de estos y las diferentes operaciones involucradas en este proceso y sus parámetros o criterios de operación, las propiedades y aplicaciones de las piezas obtenidas por este proceso, pero también analizar las ventajas económicas que tiene este proceso en comparación con otros.

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos



En el tercer tema se presentan los diferentes procesos para la fabricación de microdispositivos electrónicos, los cuales cada vez son más utilizados en la industria aeronáutica. El alumno debe ser capaz de conocer los criterios necesarios para la fabricación de estos dispositivos, así como los cuartos limpios y las diferentes técnicas y tecnologías que se utilizan en estos procesos.

Posteriormente, en la cuarta unidad se analizan los procesos de micromanufactura, tomando en cuenta los procesos más utilizados en la actualidad, pero haciendo énfasis en las tendencias tecnológicas en la fabricación de microdispositivos hasta llegar a los sistemas micro electromecánicos (MEMS) y concluir con los procesos más novedosos usados para su manufactura.

Para concluir, en el quinto tema, el alumno se formará en los fundamentos y técnicas para la formación rápida de prototipos; tomando en cuenta la materia prima en forma de polvos, sólidos y por último mencionando aspectos que se deben considerar para la aplicación adecuada de prototipos

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
TecNM Campus Hermosillo; del 15 al 19 de febrero 2021	Representantes del TecNM Campus Hermosillo, Academia de Ingeniería Aeronáutica: ▪ Dr. Fernando Javier Carrasco Guigón ▪ Dra. Susana Elizabeth García Castro ▪ Dr. Luis Ignacio Lomelí Galaz ▪ Dr. Rafael Murrieta Yescas ▪ M.C. Argentina Denisse Orozco Atondo	Desarrollo de módulo de especialidad de Ingeniería Aeronáutica

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
Desarrolla, analiza y conoce técnicas especiales para la manufactura, análisis y unión de piezas y materiales utilizadas en la industria aeroespacial, haciendo mención a la economía y elaboración de prototipos, para tener una visión más completa de los procesos aeronáuticos.

5. Competencias previas

- Comprender la estructura de la materia y su relación con las propiedades físicas y químicas, enfocadas a sus aplicaciones en los materiales utilizados en la ingeniería aeronáutica.
- Conocer los criterios de selección de materiales con base en sus propiedades.
- Conocer los procesos tradicionales de fabricación, formado y ensamblado para materiales metálicos, cerámicos, polímeros y compuestos.
- Interpretar dibujos normalizados para identificar el proceso de fabricación óptimo.
- Realizar mediciones de elementos de máquinas y dispositivos utilizando los diferentes instrumentos de precisión, con la aplicación de la normatividad correspondiente.

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Formado y moldeo de polímeros, de materiales compuestos y unión con adhesivos	1.1 Introducción 1.2 Moldeo por extrusión y moldeo por inyección 1.3 Moldeo por soplado, rotomoldeo y termoformado 1.4 Moldeo por compresión y moldeo por transferencia 1.5 Producción de hojas y películas 1.6 Producción de fibras y filamentos 1.7 Colado y moldeo de espumas 1.8 Procesamiento de elastómeros 1.9 Procesamiento de materiales compuestos de matriz polimérica, metálica y cerámica 1.10 Unión con adhesivos, unión de polímeros, cerámicos y vidrios
2	Metalurgia de polvos	2.1 Introducción 2.2 Producción de polvos metálicos 2.3 Compactación de los polvos metálicos 2.4 Sinterizado 2.5 Operaciones secundarias y de acabado 2.6 Consideraciones del proceso 2.7 Capacidades del proceso 2.8 Economía de la metalurgia de polvos
3	Dispositivos microelectrónicos	3.1 Introducción a la fabricación de dispositivos microelectrónicos 3.2 Cuartos limpios 3.3 Silicio y semiconductores 3.4 Crecimiento de cristales y preparación de obleas 3.5 Oxidación, Litografía, Metalización y prueba 3.6 Unión de cables y empaque
4	Micromanufactura	4.1 Rendimiento y confiabilidad

		4.2 Introducción a la Fabricación de dispositivos y sistemas microelectromecánicos (MEMS) 4.3 Micromaquinado de los dispositivos MEMS 4.4 Proceso de microfabricación LIGA
5	Creación rápida de prototipos	5.1 Fundamentos 5.2 Tecnologías y sistemas 5.2.1 Prototipos basados en sólidos 5.2.2 Prototipos basados en polvos 5.2.3 Procesos sustractivos y aditivos 5.3 Estereolitografía 5.4 Aspectos para la aplicación de prototipos

7. Actividades de aprendizaje de los temas

1: Formado y moldeo de polímeros, de materiales compuestos y unión con adhesivos	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): en libro - Reconocer los principales procesos llevados en polímeros dependiendo de la clasificación de los polímeros. - Analizar y comprender las ventajas y desventajas de cada uno de los procesos y poder dar soluciones a problemas de la industria. - Reconocer y analizar los diferentes métodos de unión entre materiales poliméricos y cerámicos para seleccionar el método adecuado según la naturaleza del material.	- Realizar un mapa mental o conceptual sobre los distintos métodos de procesamiento de polímeros y de materiales compuestos, destacando sus características principales así como ventajas y desventajas. - Investigar y reportar empresas en la localidad que se dediquen a este tipo de actividades. - Reportar las normativas y regulaciones relacionadas con el impacto ambiental y energético y exponer los resultados obtenidos en clase para su discusión.
Genéricas: - Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas. - Capacidad de análisis y síntesis. - Comunicación oral y escrita. - Toma de decisiones. - Capacidad de trabajar en equipo. - Habilidad para trabajar en forma autónoma. - Preocupación por la calidad.	
2: Metalurgia de polvos	
Competencias	Actividades de aprendizaje



Específica(s): Reconocer, interpretar y evaluar los fundamentos de la metalurgia de polvos.	Realizar una investigación individual sobre las operaciones involucradas en la metalurgia de polvos.
Genéricas: - Capacidad de investigación. - Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas. - Capacidad crítica y autocrítica. - Capacidad de trabajo en equipo. - Compromiso con la calidad.	- Investigar y explicar por equipo la secuencia del proceso de metalurgia de polvos. - Investigar y reportar empresas en la localidad que se dediquen a este tipo de actividades. - Reportar las normativas y regulaciones relacionadas con el impacto ambiental y energético y exponer los resultados obtenidos en clase para su discusión.
3: Dispositivos microelectrónicos	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): Conocer, analizar y dominar los procesos más utilizados para la producción de dispositivos microelectrónicos.	- Analizar las propiedades especiales del silicio para producir óxido y dopantes. - Realizar una investigación sobre los tratamiento de un lingote fundido y operaciones de maquinado para producir un disco.
Genéricas: - Habilidades de investigación. - Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad). - Iniciativa y espíritu emprendedor. - Capacidad para diseñar y gestionar proyectos. - Capacidad de trabajar en equipo.	- Exponer por equipos los procesos de litografía, ataque y dopaje. - Investigar en artículos de divulgación científica sobre los empaques (encapsulados) de los circuitos integrados y métodos de manufactura de las tarjetas de circuitos impresos.
4: Micromanufactura	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): - Analiza procesos especializados para manufacturar dispositivos MEMS. - Comprende micromaquinado de características tridimensionales. - Desarrolla micromaquinado de superficies. - Ataque (grabado) en seco y ataque en húmedo. - Electroformado.	- Investigación bibliográfica sobre las técnicas utilizadas para la micromanufactura. - Revisión en artículos de divulgación científica sobre los materiales en tendencia y desarrollo, en los procesos de micromanufactura. - Realizar visita industrial y realizar reporte escrito. - Organizar conferencias sobre tópicos relacionados al tema y redactar ensayos.
Genéricas: - Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. - Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad). - Capacidad para diseñar y gestionar proyectos.	Evaluar los diferentes riesgos e impacto ambiental que existen al fabricar MEMS y otros microdispositivos.

- Compromiso con la preservación del medio ambiente. - Compromiso con la calidad.	
5: Creación rápida de prototipos	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): Conoce e identifica los fundamentos para la creación y fabricación de prototipos, así como las tecnologías y sistemas comúnmente utilizados en la industria.	- Investigación bibliográfica sobre los fundamentos de la manufactura rápida de prototipos. - Revisión en artículos de divulgación científica sobre los criterios a considerar para la correcta creación y aplicación de prototipos. - Realizar visita industrial y realizar reporte escrito. - Organizar conferencias sobre tópicos relacionados al tema y redactar ensayos.
Genéricas: - Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. - Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad). - Capacidad para diseñar y gestionar proyectos. - Compromiso con la preservación del medio ambiente. - Compromiso con la calidad.	

8. Práctica(s)

1. Realizar práctica utilizando distintos tipos de adhesivos en materiales metálicos, cerámicos y poliméricos, y medir la resistencia de la unión ante esfuerzos de índole mecánica.
--

9. Proyecto de asignatura

El objetivo del proyecto que plantee el docente que imparta esta asignatura, es demostrar el desarrollo y alcance de la(s) competencia(s) de la asignatura, considerando las siguientes fases: Fundamentación: marco referencial (teórico, conceptual, contextual, legal) en el cual se fundamenta el proyecto de acuerdo con un diagnóstico realizado, mismo que permite a los estudiantes lograr la comprensión de la realidad o situación objeto de estudio para definir un proceso de intervención o hacer el diseño de un modelo. Planeación: con base en el diagnóstico en esta fase se realiza el diseño del proyecto por parte de los estudiantes con asesoría del docente; implica planificar un proceso: de intervención empresarial, social o comunitario, el diseño de un modelo, entre otros, según el tipo de proyecto, las actividades a realizar los recursos requeridos y el cronograma de trabajo. Ejecución: consiste en el desarrollo de la planeación del proyecto realizada por parte de los estudiantes con asesoría del docente, es decir en la intervención (social, empresarial), o construcción del modelo propuesto según el tipo de proyecto, es la fase

de mayor duración que implica el desempeño de las competencias genéricas y específicas a desarrollar.

- Evaluación: es la fase final que aplica un juicio de valor en el contexto laboral-profesional, social e investigativo, ésta se debe realizar a través del reconocimiento de logros y aspectos a mejorar se estará promoviendo el concepto de “evaluación para la mejora continua”, la metacognición, el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes.

Proyectos sugeridos:

1. Diseñar un equipo de moldeo para el procesamiento de polímeros (inyección, extrusión, calandrado, termoformado, por compresión, etc.).
2. Diseñar el proceso de fabricación de un prototipo, tomando en cuenta todos los criterios del design thinking, incluyendo costos de producción.

10. Evaluación por competencias

Instrumentos y herramientas sugeridas para evaluar las actividades de aprendizaje, la evaluación de la asignatura se hará con base en siguiente desempeño:

- Exámenes escritos.
- Solución de casos prácticos, participación individual y en grupo.
- Reportes de visitas.
- Redacción de ensayos.
- Exposiciones por parte de los alumnos.
- Mapas conceptuales.
- Reportes de investigación.

Herramientas de evaluación:

- Rúbricas.
- Guía de observación.
- Listas de cotejo.
- Matriz de valoración.

11. Fuentes de información

1. Capuz, R., Salvador-Gómez, N., Tomás-Vivancos, B., Viñoles-Cebolla, J., Rosario-Ferrer, G., López-García, R., y Bastante-Ceca, M. (2002). Ingeniería del ciclo de vida para el desarrollo de productos sostenibles. Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia.
2. Shackelford, James F. (2010). Introducción a la ciencia de materiales para ingenieros. Madrid, España. Pearson Educación, S.A. ISBN: 978-84-8322-659-9.
3. Newell, James (2011). Ciencia de Materiales. Aplicaciones en Ingeniería. México. Alfaomega Grupo Editor S.A. de C.V. ISBN: 978-607-707-114-3.
4. Askeland, Donald R.; Fulay, Pradeep P.; Wright, Wendelin J. (2011). Ciencia e Ingeniería de Materiales. México. Cengage Learning. ISBN: 978-607-481-620-4.
5. Kalpakjian, Serope.; Schmid, Steven R. (2014). Manufactura, Ingeniería y Tecnología. Volumen I: Ingeniería y Tecnología de Materiales. México. Pearson Educación de México S.A. de C.V. ISBN: 978-607-32-2735-3.



6. Kalpakjian, Serope; Schmid, Steven R. (2014). Manufactura, Ingeniería y Tecnología. Volumen 2: Procesos de Manufactura. México. Pearson Educación de México S.A. de C.V. ISBN: 978-607-32-2742-1.
7. Schnabel, Wolfram (1992). Polymer Degradation. Principles and Practical Applications. Múnich, Alemania. Oxford University Press. ISBN: 0-19-520739-4.
8. Groover, Mikell P. (2007). Fundamentos de Manufactura Moderna. Materiales, Procesos y Sistemas. 3era edición. McGraw-Hill Interamericana Editores S.A. de C.V. ISBN: 978-0-471-74485-6