



UNIVERSIDAD DE SONORA
Unidad Regional Centro
División de Ingeniería
Departamento de Ingeniería Industrial
LICENCIATURA INGENIERÍA EN MECATRÓNICA

Nombre de la Asignatura: INGENIERÍA INVERSA

Clave:	Créditos: 8	Horas totales: 80	Horas Teoría: 1	Horas Práctica: 4	Horas Semana: 5
---------------	-----------------------	-----------------------------	---------------------------	-----------------------------	---------------------------

Modalidad: Presencial **Eje de formación:** Especializante

Elaborado por: M.C. RAMÓN ALBERTO LUQUE, DR. AGUSTÍN BRAU ÁVILA

Antecedente: **Consecuente:**

Carácter: Optativa **Departamento de Servicio:** Ingeniería industrial

Propósito:

La asignatura pertenece al eje especializante y es de carácter optativa. El principal propósito es proporcionar a los estudiantes los aspectos fundamentales y básicos de la ingeniería inversa para analizar y resolver situaciones que involucren la reproducción total o parcial de uno o más componentes que estén involucrados en un proceso industrial, a través de documentación, esquemas y datos de modelos computacionales a fines con el fin principal de comprender o mejorar dicho proceso. El objetivo de la ingeniería inversa es obtener información a partir de un producto, con el fin de determinar de qué está hecho, qué lo hace funcionar y cómo fue fabricado. Aplicar ingeniería inversa a algo supone profundizar en el estudio de su funcionamiento, para llegar a entender, modificar y mejorar dicho modo de funcionamiento.

I. Contextualización

Introducción:

Esta materia introduce al alumno al concepto de ingeniería inversa, que es una metodología que se utiliza para obtener modelos a partir de un objeto de referencia. En tareas industriales la ingeniería inversa se aplica de manera directa o indirecta en procesos, máquinas y el duplicado de partes y componentes. La experiencia indica que en casi un 80% de las actividades de las industrias, está relacionado algún método de la ingeniería inversa. El objetivo de la ingeniería inversa es obtener información o un diseño a partir de un producto, con el fin de determinar de qué está hecho, qué lo hace funcionar y cómo fue fabricado. Los productos más comúnmente sometidos a ingeniería inversa son los programas de computadoras y los componentes electrónicos, pero, en verdad, cualquier producto puede ser objeto de un análisis de ingeniería inversa.

El método se denomina así porque avanza en dirección opuesta a las tareas habituales de ingeniería, que consisten en utilizar datos técnicos para elaborar un producto determinado. En general, si el producto u otro material que fue sometido a la ingeniería inversa fue obtenido en forma apropiada, entonces el proceso es legítimo y legal. De la misma forma, pueden fabricarse y distribuirse, legalmente, los productos genéricos creados a partir de la información obtenida de la ingeniería inversa, como es el caso de algunos proyectos de software libre ampliamente conocidos.

La ingeniería inversa es un método de resolución. Aplicar ingeniería inversa a algo supone profundizar en el estudio de su funcionamiento, hasta el punto de que podamos llegar a entender, modificar y mejorar dicho modo de funcionamiento.

La ingeniería inversa no sólo se aplica al software, sino que también se considera el estudio de otros como equipos

electrónicos, microcontroladores y cualquier objeto de manufactura. Su conocimiento es de gran ayuda a la ingeniería en general. Las unidades didácticas del curso son:

Esta asignatura aporta los conocimientos necesarios al estudiante para aplicar la ingeniería inversa en el sector productivo, ya sea desde el punto de vista de rediseño, inspección y/o control de calidad, tanto en piezas finales, herramientas o procesos de manufactura, así como también del punto de vista de obtención de información geométrica para la posterior fabricación con sistemas CAD/CAM.

En la unidad didáctica I se presentan los antecedentes históricos de la ingeniería inversa y se describen sus principales definiciones y conceptos. Concepto de ingeniería inversa, características de la ingeniería inversa, ventajas del uso de ingeniería inversa. También se busca comprender términos como: Ingeniería inversa de datos, ingeniería inversa de lógica o proceso. Ingeniería inversa de interfaces de usuario.

En la unidad didáctica II se abordan los diferentes sistemas, tipos y clasificaciones de la manufactura asistida por computadora. La ingeniería inversa es necesaria y se hace cada vez más popular como método para crear un modelo 3D de una pieza en CAD utilizando piezas existentes como punto de partida. Este proceso se basa en el análisis y recreación del diseño del producto. Esta le permite al usuario la reconstrucción de diseños dando la oportunidad de hacer un rediseño.

En la unidad didáctica III se describen los instrumentos de medición por coordenadas utilizados en los procesos ingeniería inversa, como las máquinas de medir por coordenadas, brazos articulados de medir por coordenadas y láser escaners, entre otros. Con el escaneo láser 3D pueden ofrecer simulaciones virtuales de piezas mecánicas físicas, agilizar la creación de prototipos, inspeccionar superficies de ensamblajes aeroespaciales, por mencionar algunas de las aplicaciones más frecuentes.

En la unidad didáctica IV se desarrollan los fundamentos de los prototipos rápidos, sus fases y el manejo de archivos STL, STEP, IGES, además que el alumno comprenda la importancia del proceso de captura y procesamiento de nubes de puntos en la ingeniería inversa. El prototipado rápido es un proceso utilizado para fabricar artículos de plástico, metal o cerámica. También conocido por su nombre en inglés como "additive technology", ya que su proceso de fabricación es ir añadiendo material capa a capa. Inicialmente el prototipado rápido solo se usaba para la fabricación de prototipos. Hoy en día se utiliza como un proceso de fabricación más.

En la unidad didáctica V se presentan al alumno las diferentes aplicaciones de la ingeniería inversa dentro de los sectores automotriz, aeroespacial y de la medicina. En esta unidad, el alumno conoce el diseño de carrocerías y motores automotrices por efectos de la aplicación de ingeniería inversa. También se persigue que el alumno conozca las aplicaciones de la ingeniería inversa en la industria médica y aeroespacial.

En la Unidad didáctica VI se explican los aspectos legales relacionados con los avances tecnológicos derivados de la ingeniería inversa. Este aspecto es de suma importancia por las implicaciones que derivan de la protección de la propiedad intelectual y patentes y que obligan al estudiante a conocer aspectos legales relacionados con los desarrollos tecnológicos de la ingeniería inversa.

En la unidad didáctica VII se desarrolla el procedimiento planteado y se utiliza un brazo articulado de medir por coordenadas marca Faro y una máquina de impresión 3d para la digitalización y fabricación de piezas.

Perfil del(los)

Poseer Licenciatura en Ingeniería Mecatrónica.

instructor(es):	Preferentemente con grado académico de maestría o especialidad. Con experiencia docente y desarrollo profesional comprobada cuando menos de dos años en el campo de la materia.
------------------------	--

II. Competencias a lograr

Competencias genéricas a desarrollar:

- **Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente.** Articula saberes de diversos campos y establece relaciones entre ellos y su vida cotidiana.
- **Trabajo colaborativo.** Asume una actitud constructiva, congruente con los conocimientos y habilidades con los que cuenta dentro de distintos equipos de trabajo.
- **Capacidad para la toma de decisiones.** Evalúa y sopesa información importante para identificar los aspectos relevantes. Define la prioridad para la solución del problema en términos de impacto y urgencia.
- **Capacidad para realizar investigación básica y aplicada.** Identifica los sistemas y reglas o principios medulares que subyacen a una serie de fenómenos.
- **Competencia Digital.** Aplica herramientas digitales para el pensamiento reflexivo, la creatividad y la innovación.

Competencias específicas:

- **HABILIDAD PARA REALIZAR INGENIERÍA INVERSA DE PROCESOS**
 - Analizar y resolver situaciones que involucren la reproducción total o parcial de uno o más componentes que estén involucrados en un proceso industrial, a través de documentación, esquemas y datos de modelos computacionales afines; con el resultado principal de comprender o mejorar dicho proceso.
 - Saber cómo optimizar un proceso de fabricación a través del análisis y síntesis del mismo.
 - Habilidad para el manejo de herramientas de software asociadas a cada una de las fases de la ingeniería inversa y prototipado rápido

Objetivo General:

Conocer y aplicar la ingeniería inversa para analizar y resolver situaciones que involucren la digitalización total o parcial de uno o más componentes que estén involucrados en un proceso industrial, por medio de un sensor láser por triangulación y brazo articulado de medir por coordenadas. .

Objetivos Específicos:

1. Conocer los antecedentes históricos de la ingeniería inversa y sus principales definiciones y conceptos.
2. Seleccionar correctamente los diferentes sistemas, tipos y clasificaciones de la manufactura asistida por computadora.
3. Conocer los instrumentos de medición por coordenadas más utilizados en los procesos ingeniería inversa dentro de los procesos industriales, tales como las máquinas de medir por coordenadas, brazos articulados de medir por coordenadas y láser escaners, entre otros.
4. Elaborar prototipos rápidos utilizando tecnología apropiada.
5. Entender la importancia del proceso de captura y procesamiento de nubes de puntos en la ingeniería inversa.
6. Comprender los aspectos legales relacionados con los avances tecnológicos derivados de la ingeniería inversa.
7. Utilizar un brazo articulado de medir por coordenadas marca Faro y una máquina de impresión 3D para la digitalización, fabricación y evaluación de piezas

Unidades Didácticas:

Unidad Didáctica I – HISTORIA Y CONCEPTOS BÁSICOS DE LA INGENIERÍA INVERSA

Unidad Didáctica II – TÉCNICAS Y METODOLOGÍAS PARA LA INGENIERÍA INVERSA

Unidad Didáctica III – HARDWARE Y SOFTWARE UTILIZADO EN INGENIERÍA INVERSA

Unidad Didáctica IV – INTRODUCCIÓN AL PROTOTIPADO RÁPIDO

Unidad Didáctica V – APLICACIONES DE LA INGENIERÍA INVERSA

Unidad Didáctica VI – ASPECTOS LEGALES DE LA INGENIERÍA INVERSA

Unidad Didáctica VII – PRÁCTICAS DE DIGITALIZACIÓN Y FABRICACIÓN DE PIEZAS

III. Didáctica del programa

Unidad Didáctica I – Historia y conceptos básicos de la ingeniería inversa

En la unidad I, el alumno el alumno conoce que el objeto de la ingeniería inversa es obtener información o un diseño a partir de un producto, con el fin de determinar de qué está hecho, qué lo hace funcionar y cómo fue fabricado.

- Antecedentes de la ingeniería inversa
- Definir y comprender la importancia de la ingeniería inversa
- Analizar el proceso genérico de la ingeniería inversa
- Comprender las diferentes fases que comprende la ingeniería inversa: escaneo por contacto y sin contacto, procesamiento de nube de puntos y la aplicación del modelo geométrico en la ingeniería inversa

Unidad Didáctica II – Técnicas y metodologías para la ingeniería inversa

En la unidad II, el alumno comprende la importancia de la asistencia computacional en la ingeniería inversa. La idea es crear un modelo 3D de una pieza en CAD utilizando piezas existentes como punto de partida. Este proceso se basa en el análisis y recreación del diseño del producto.

- Comprender la importancia de la asistencia computacional en la ingeniería inversa
- Introducción al diseño asistido por computadora (CAD)
- Definir y analizar la interacción entre visión computacional e ingeniería inversa

Unidad Didáctica III – Hardware y software utilizado en ingeniería inversa

En la unidad III el alumno adquiere los conocimientos sobre máquinas CMM (coordinate measurement machine) CNC (computer numerical control) y brazos articulados CMM. Con el escaneo láser 3D pueden ofrecer simulaciones virtuales de piezas mecánicas físicas, agilizar la creación de prototipos, inspeccionar superficies de ensamblajes aeroespaciales.

- Comprender el uso de las máquinas de medir por coordenadas en la ingeniería inversa
- Brazos articulados de medir por coordenadas y sensor láser por triangulación
- Impresión de piezas 3D por medio de técnicas de prototipado rápido

Unidad Didáctica IV – Introducción al prototipado rápido

En la unidad V, el alumno debe conocer los sistemas de selección de ingeniería inversa. También se busca que el alumno estudie y experimente la técnica de trabajo de prototipos rápidos.

- El proceso básico de prototipado rápido
- Materiales y técnicas actuales en el prototipado rápido
- Aplicaciones

Unidad Didáctica V – Aplicaciones de la ingeniería inversa

En la unidad VI, el alumno conoce el diseño de carrocerías y motores automotrices para la aplicación de ingeniería inversa. También se persigue que el alumno conozca las aplicaciones de la ingeniería inversa en la Industria médica y aeroespacial.

- Ingeniería inversa en la industria aeroespacial
- Ingeniería inversa en la industria automotriz
- Ingeniería inversa en la industria médica

Unidad Didáctica VI – Aspectos legales de la ingeniería inversa

En la unidad VI se estudia las normas del desarrollo tecnológico y la propiedad intelectual. Se explican los aspectos legales relacionados con los avances tecnológicos y las responsabilidades e implicaciones que derivan de la protección de la propiedad intelectual y patentes y que obligan al estudiante a conocer aspectos legales relacionados con los desarrollos tecnológicos de la ingeniería inversa.

- Propiedad intelectual
- Casos de estudio

Unidad Didáctica VII – Prácticas de digitalización y fabricación de piezas

En la unidad VII se desarrolla el procedimiento planteado y se utiliza un brazo articulado de medir por coordenadas marca Faro y una máquina de impresión 3d para la digitalización y fabricación de piezas.

- Digitalización de piezas con sensor láser por triangulación y brazo articulado de medir por coordenadas marca Faro y una máquina de impresión 3d
- Reconstrucción de CAD a partir de nube de puntos
- Inspección contra CAD de nube de puntos

Crterios de desempeo

1. Utilizar base de datos de bibliotecaria digital para la búsqueda de artículos de revistas científicas relacionadas con los temas de la asignatura.
2. Elaborar una síntesis de una página de las lecturas asignadas.
3. Entregar oportunamente al menos el 70% de las tareas asignadas.
4. Desarrollar correctamente las prácticas de laboratorio.
5. Entrega de tareas hechas con calculadora y/o software especializados de la materia en tiempo y forma.
6. Presenta y aprobar cuando menos el 50% de exámenes escritos.
7. Entrega del reporte escrito en tiempo y forma de trabajo final, así como su presentación frente al grupo.

Experiencias de Enseñanza / procesos y objetos de aprendizaje requeridos

1. Búsqueda de artículos científicos en base de datos bibliotecaria.
2. Organización de referencias bibliográficas y citas de trabajos utilizando aplicación de Mendeley.
3. Lectura previa de los materiales.
4. Elaboración de reporte de visitas a empresas.
5. Exposición de trabajos finales.
6. Defensa de tareas entregadas.

Experiencias de aprendizaje.

1. Recursos didácticos y tecnológicos (material de apoyo): Laptop
2. Cañón
3. Pintarrón
4. Conexión a internet
5. Software: CAM2 Measure, Geomagic, Mendeley, PowerPoint.
6. Web con material Estructura curricular del programa educativo.

Recursos didácticos y tecnológicos (material de apoyo):

1. Laptop del instructor.
2. Cañón.
3. Pintarrón.
4. Conexión a internet.
5. Prototipos didácticos.
6. AUTOCAD.
7. SOLIDWORKS.

Bibliografía	Básica/ Complementaria
E. Eilam.(2005). Reversing: Secrets of Reverse Engineering. USA: Edit. Wiley.	Básica
I. Gibson. (2005). Advanced Manufacturing Technology for Medical applications. UK: Edit. Wiley UK.	Básica
V. Raja and K. J. Fernandes. (2005). Reverse Engineering an Industrial Prespective. UK: Edit. Springer.	Básica
Ali Kamrani and Emad Abouel. (2006). Rapid prototyping: theory and practice / edited by Nasr. New York: Edit. Springer.	Básica
W. Thompson, J. Owen, T. Henderson. (1999). Feature-Based Reverse Engineering of Mechanical Parts. Edit. IEEE Transactions on robotics and automation.	Complementaria

IV. Evaluación Formativa de las Competencias

#	Tipo (C,H, A)	Evidencias a evaluar	Criterios de evaluación	Técnicas e Instrumentos de Evaluación	Ponderación %
1	C	Examen parcial	Se evaluará el nivel de conocimientos adquiridos en relación a las unidades I y II	Examen escrito	20 %
2	H, A	Exposiciones de casos de estudio	Se evaluará la capacidad, habilidades y actitudes en relación a trabajo en equipo, lectura y análisis de casos, exposición, organización de ideas.	Diseño, debate, organización y presentación de casos de estudio	30 %
3	C	Examen parcial	Se evaluará el nivel de conocimientos adquiridos en relación a las unidades III y IV	Examen escrito	20 %
4	C	Examen parcial	Se evaluará el nivel de conocimientos adquiridos en relación a las unidades V, VI y VII	Examen escrito	20 %
5	H, A	Participación activa en clase	Se evaluarán las habilidades de comunicación, organización y actitudes de trabajo y compromiso del alumno	Participación en clases y asistencia	10 %
				Total	100 %

C: Conocimientos H: Habilidades A: Actitudes