

PROGRAMA EDUCATIVO
LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECATRÓNICA
EN COMPETENCIAS PROFESIONALES

PROGRAMA DE ASIGNATURA
INGENIERÍA ASISTIDA POR COMPUTADORA

CLAVE: E-DAPC-3

| Propósito de aprendizaje de la Asignatura | | El estudiante evaluará el diseño de componentes mecánicos a través de Método de Elementos Finitos (MEF) y software de ingeniería asistida por computadora (CAE), para cumplir con las especificaciones estructurales de los sistemas mecatrónicos. | | | |
|--|--------------|--|--------------|------------------|---------------|
| Competencia a la que contribuye la asignatura | | Diseñar sistemas mecatrónicos con base en los requerimientos del proceso y la detección de áreas de oportunidad mediante metodologías, herramientas de diseño, control, simulación y manufactura para brindar soluciones tecnológicas innovadoras a las necesidades de los procesos productivos y servicios. | | | |
| Tipo de competencia | Cuatrimestre | Créditos | Modalidad | Horas por semana | Horas Totales |
| Específica | 9 | 4.69 | Escolarizada | 5 | 75 |

| Unidades de Aprendizaje | Horas del Saber | Horas del Saber Hacer | Horas Totales |
|---|---|-----------------------|---------------|
| | I. Introducción al Método de Elementos Finitos. | 5 | 10 |
| II. Análisis estructural de esfuerzos y deformaciones utilizando software especializado | 10 | 20 | 30 |

| | | | | |
|-----------------|--------|-----------------------------|-----------------|---------------------|
| ELABORÓ: | DGUTYP | REVISÓ: | DGUTYP | F-DA-01-PA-LIC-61.1 |
| APROBÓ: | DGUTyP | VIGENTE A PARTIR DE: | SEPTIEMBRE 2024 | |

| | | | | |
|------|--------------------------|----|----|----|
| III. | Optimización del diseño. | 10 | 10 | 20 |
| IV. | Implementación CAE | 0 | 10 | 10 |
| | Totales | 25 | 50 | 75 |

| Funciones | Capacidades | Criterios de Desempeño |
|---|---|--|
| Desarrollar sistemas mecánicos a través del diseño, la integración, administración y la aplicación de nuevas tecnologías para satisfacer las necesidades del sector productivo. | Determinar requerimientos de procesos industriales y de servicios mediante técnicas de medición de variables físicas, técnicas de análisis de las necesidades y del proceso para establecer las especificaciones de diseño. | Elabora reporte de las especificaciones del diseño que incluya: --Requisitos del cliente, necesidades o áreas de oportunidad --Capacidad de producción o de servicio --Costo inicial, de operación y mantenimiento estimado --Dimensionamiento --Apariencia --Funciones del sistema mecánico o robótico: --Nivel de operabilidad --Desempeño --Requisitos del diseño --Seguridad --Normatividad. --Manufacturabilidad. --Factibilidad tecnológica. --De instalación. --Mantenimiento. --Ergonomía. --Sustentabilidad. |
| | Construir los componentes del sistema mecánicos mediante el cálculo y especificaciones de los elementos mecánicos, eléctricos, electrónicos y de control y su interacción, | Elabora proyecto de diseño de un sistema mecánico o robótico que incluya: Diseño conceptual --Requerimientos, --Diagrama de funciones, |

| | | | | |
|-----------------|--------|-----------------------------|-----------------|---------------------|
| ELABORÓ: | DGUTYP | REVISÓ: | DGUTYP | F-DA-01-PA-LIC-61.1 |
| APROBÓ: | DGUTYP | VIGENTE A PARTIR DE: | SEPTIEMBRE 2024 | |

| | | |
|---|--|--|
| | <p>empleando software de diseño mecánico, electrónico y de instrumentación; con base en la normatividad aplicable, para satisfacer los requerimientos del proceso y la validación de la propuesta conceptual</p> | <p>-Metodología y conceptos -Bosquejos -Diseño seleccionado en base a una metodología</p> <p>Diseño de detalle -Cálculos de diseño y control -Selección de elementos y componentes de sistemas, mecánicos, eléctricos, electrónicos, de control, robóticos, interfaces o de visión, con especificaciones técnicas y justificación. -Diagramas y protocolos de comunicación e interacción de sistemas, mecánicos, eléctricos, electrónicos, de control, robóticos, interfaces o de visión. -Planos de manufactura y ensamble -Diagrama de flujo del sistema y pseudocódigo. -Normas y estándares de referencia.</p> |
| | <p>Validar diseños de sistemas mecatrónicos a través del uso de modelos matemáticos y de software especializado de simulación, para evaluar la funcionalidad y en su caso adecuar la propuesta de diseño, con base a la normatividad aplicable</p> | <p>Elaborar un reporte de la simulación de sistemas mecatrónicos usando un software especializado que incluya:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Resultados teóricos del diseño obtenidos del modelo matemático. - Resultados de simulación de los sistemas mecánicos, eléctricos y electrónicos. - Programa y resultados de la simulación de sistemas: de control, monitoreo e interfaces. - Programa y resultados de la simulación de las trayectorias de robots y CNC para celdas de manufactura flexible. - Validación o recomendaciones para rediseño. |
| <p>Integrar Sistemas eléctricos, mecánicos y electrónicos a través de tecnologías de vanguardia a partir de las especificaciones de diseño.</p> | <p>Seleccionar los elementos del sistema mecatrónico mediante el cálculo y especificaciones de los elementos mecánicos, eléctricos, electrónicos y de control y su</p> | <p>Elabora un reporte en donde se describen los cálculos y criterios de selección de los elementos mecatrónicos. Asimismo, se muestran las condiciones de frontera y resultados de las simulaciones que llevan a la validación de los elementos mecatrónicos empleados.</p> |

| | | | | |
|-----------------|--------|-----------------------------|-----------------|---------------------|
| ELABORÓ: | DGUTYP | REVISÓ: | DGUTYP | F-DA-01-PA-LIC-61.1 |
| APROBÓ: | DGUTYP | VIGENTE A PARTIR DE: | SEPTIEMBRE 2024 | |

| | | |
|--|---|--|
| | interacción, empleando software de diseño mecánico, electrónico y de instrumentación; con base en la normatividad aplicable, para satisfacer los requerimientos del proceso y la validación de la propuesta conceptual. | |
| | Ejecutar la instalación, conexión y programación del sistema mecatrónico, de los elementos mecánicos, eléctricos, electrónicos y de control y su interacción, empleando software de programación, sistemas de comunicación, control e instrumentación industrial; con base en la normatividad aplicable, para satisfacer los requerimientos del proceso y la validación de la propuesta conceptual. | Realiza un informe del procedimiento para incorporar el sistema mecatrónico a un proceso que incluya lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> - Ensamble y conexiones de acuerdo a planos, manuales técnicos, estándares y normas establecidas. - Programación de los sistemas de control e interfaces de acuerdo a los requerimientos del proceso - Calibración de los sistemas de medición de acuerdo a los parámetros del proceso. - Pruebas de operación y ajustes - Planos y diagramas del equipo a integrar - Layout de la planta - Requerimiento de instalaciones y servicios -Procedimientos de calibración -Resultados de pruebas de funcionamiento y ajustes. -Manual de usuario -Manual de mantenimiento del equipo. |
| Gestionar proyectos y sistemas mecatrónicos para el desarrollo, conservación, control y mejoras mediante la metodología de administración de recursos humanos, materiales, técnicos y energéticos. | Administrar recursos humanos, materiales, técnicos y energéticos para el desarrollo y conservación de proyectos de ingeniería, mediante la metodología de administración por proyectos. | Elabora un programa anual de mejora y mantenimiento que incluya los siguientes aspectos: <ul style="list-style-type: none"> - Requerimientos - Cronograma de Actividades - Periodicidad - Horas de trabajo - Tiempo de ejecución - Responsable de actividad - Personal requerido |

| | | | | |
|-----------------|--------|-----------------------------|-----------------|---------------------|
| ELABORÓ: | DGUTYP | REVISÓ: | DGUTYP | F-DA-01-PA-LIC-61.1 |
| APROBÓ: | DGUTyP | VIGENTE A PARTIR DE: | SEPTIEMBRE 2024 | |

| | | |
|--|--|--|
| | | <ul style="list-style-type: none"> - Herramientas - Refacciones y consumibles requeridos - Servicios especiales - Presupuesto estimado |
| | <p>Evaluar los indicadores de desempeño de sistemas mecánicos a través del uso de herramientas estadísticas y gráficas de control, para determinar su calidad e impacto.</p> | <p>Realiza un estudio comparativo de los indicadores de desempeño en condiciones reales de operación contra los establecidos en el diseño, identificando áreas de mejora.</p> |

| | | | | |
|-----------------|--------|-----------------------------|-----------------|---------------------|
| ELABORÓ: | DGUTYP | REVISÓ: | DGUTYP | F-DA-01-PA-LIC-61.1 |
| APROBÓ: | DGUTyP | VIGENTE A PARTIR DE: | SEPTIEMBRE 2024 | |

UNIDADES DE APRENDIZAJE

| | | | | | | |
|-----------------------|---|---|-----------------------|----|---------------|----|
| Unidad de Aprendizaje | I. Introducción al Método de Elementos Finitos. | | | | | |
| Propósito esperado | El estudiante conocerá qué es el Método de Elementos Finitos, las aplicaciones más comunes y los tipos de software especializados para tal propósito. | | | | | |
| Tiempo Asignado | Horas del Saber | 5 | Horas del Saber Hacer | 10 | Horas Totales | 15 |

| Temas | Saber Dimensión Conceptual | Saber Hacer Dimensión Actuacional | Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva |
|---|---|--|--|
| Generalidades de los métodos numéricos. | <p>Conocer los antecedentes de los métodos numéricos.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Bisección. ● Newton. ● Gauss. <p>Explicar los conceptos básicos sobre los métodos numéricos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Aproximación numérica. ● Iteraciones. ● Convergencias. | <p>Identificar las variaciones en los resultados de acuerdo con el método utilizado, el número de iteraciones y la convergencia.</p> | <p>Desarrollar el pensamiento analítico a través de la resolución de problemas utilizando los métodos numéricos.</p> |
| Fundamentos sobre el Método de Elementos Finitos. | <p>Conocer el fundamento del Método de Elementos Finitos y sus aplicaciones industriales.</p> | <p>Conocer los tipos de software que se basan en el Método de Elementos Finitos.</p> | |
| Discretización, principios e importancia. | <p>Explicar el concepto de discretización.</p> <p>Comprender la aproximación numérica en función de la discretización.</p> | <p>Identificar problemas en la solución de problemas numéricos generados por la discretización.</p> | |

| | | | | |
|-----------------|--------|-----------------------------|-----------------|---------------------|
| ELABORÓ: | DGUTYP | REVISÓ: | DGUTYP | F-DA-01-PA-LIC-61.1 |
| APROBÓ: | DGUTYP | VIGENTE A PARTIR DE: | SEPTIEMBRE 2024 | |

| | | | |
|--|--|--|--|
| | Explicar los errores más comunes en un análisis numérico debido a la discretización. | | |
|--|--|--|--|

| Proceso Enseñanza-Aprendizaje | | | |
|--|--|----------------------|---|
| Métodos y técnicas de enseñanza | Medios y materiales didácticos | Espacio Formativo | |
| | | Aula | X |
| Ejercicios prácticos. Aprendizaje basado en proyectos. Casos de estudio. | Software de simulación. Pintarrón y/o proyector de video. | Laboratorio / Taller | X |
| | | Empresa | |

| Proceso de Evaluación | | |
|--|--|----------------------------|
| Resultado de Aprendizaje | Evidencia de Aprendizaje | Instrumentos de evaluación |
| El estudiante identifica las aplicaciones del Método de Elementos Finitos para la solución de problemas de ingeniería. | Elaborar un reporte que contiene: <ul style="list-style-type: none"> ● Presentación. ● Antecedentes del Método de Elementos Finitos. ● Tipos de análisis que se pueden resolver con dicha herramienta. ● Fundamentos de la discretización de un continuo. ● La matriz de rigidez. ● Conclusiones. ● Referencias bibliográficas consultadas con formato APA. | Lista de cotejo. |

| | | | | |
|-----------------|--------|-----------------------------|-----------------|---------------------|
| ELABORÓ: | DGUTYP | REVISÓ: | DGUTYP | F-DA-01-PA-LIC-61.1 |
| APROBÓ: | DGUTyP | VIGENTE A PARTIR DE: | SEPTIEMBRE 2024 | |

UNIDADES DE APRENDIZAJE

| | | | | | | |
|-----------------------|---|----|-----------------------|----|---------------|----|
| Unidad de Aprendizaje | II. Análisis estático estructural de esfuerzos y deformaciones utilizando software especializado. | | | | | |
| Propósito esperado | El estudiante determinará esfuerzos y deformaciones bajo la acción de cargas en elementos mecánicos para determinar el comportamiento estructural de un sistema mecánico. | | | | | |
| Tiempo Asignado | Horas del Saber | 10 | Horas del Saber Hacer | 20 | Horas Totales | 30 |

| Temas | Saber Dimensión Conceptual | Saber Hacer Dimensión Actuacional | Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva |
|----------------------------------|---|--|---|
| Conceptos básicos entre CAD/CAE. | Explicar la relación entre CAD y CAE durante el diseño de componentes mecánicos. | Identificar la importancia del modelo CAD/CAE en el desarrollo de componentes mecánicos | Desarrollar el pensamiento analítico a través de la utilización de herramientas CAE |
| Condiciones de frontera. | <p>Comprender el concepto condiciones de frontera (restricciones y fuerzas) para simular el funcionamiento de un componente mecánico.</p> <p>Explicar las diferentes herramientas para poder restringir en elemento mecánico y cumplir las condiciones de la estática.</p> <p>Explicar las diferentes herramientas para aplicar agentes externos en un componente mecánico:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Fuerza. ● Presión. ● Temperatura. ● Etc. | Aplicar las herramientas pertinentes para simular el funcionamiento de un componente mecánico. | |

| | | | | |
|-----------------|--------|-----------------------------|-----------------|---------------------|
| ELABORÓ: | DGUTYP | REVISÓ: | DGUTYP | F-DA-01-PA-LIC-61.1 |
| APROBÓ: | DGUTYP | VIGENTE A PARTIR DE: | SEPTIEMBRE 2024 | |

| | | | |
|-------------------------------|---|---|--|
| | <p>Uso de pares cinemáticos (Joints) para representar el funcionamiento de componentes articulados.</p> | | |
| Discretización. | <p>Distinguir las técnicas de discretización locales y globales en los componentes mecánicos.</p> <p>Conocer el análisis de factibilidad de la discretización para mejorar la aproximación numérica.</p> | <p>Aplicar la discretización en los componentes mecánicos para tener una mejor convergencia en los resultados con el menor tiempo de cómputo.</p> | |
| Interpretación de resultados. | <p>Realizar un análisis de esfuerzos generado en el componente mecánico y comparar con las propiedades del material.</p> <p>Calcular el factor de seguridad.</p> <p>Calcular reacciones y transmisión de fuerzas.</p> | <p>Realizar un análisis estructural de acuerdo con los esfuerzos alcanzados, las propiedades del material y el factor de seguridad.</p> | |

| | | | | |
|-----------------|--------|-----------------------------|-----------------|---------------------|
| ELABORÓ: | DGUTYP | REVISÓ: | DGUTYP | F-DA-01-PA-LIC-61.1 |
| APROBÓ: | DGUTyP | VIGENTE A PARTIR DE: | SEPTIEMBRE 2024 | |

| Proceso Enseñanza-Aprendizaje | | | |
|--|--|----------------------|---|
| Métodos y técnicas de enseñanza | Medios y materiales didácticos | Espacio Formativo | |
| | | Aula | |
| Prácticas demostrativas. Lista de cotejo. Equipos colaborativos. | Cañón y equipo de cómputo. Software de Método de Elementos Finitos. | Laboratorio / Taller | X |
| | | Empresa | |

| Proceso de Evaluación | | |
|--|---|-------------------------------|
| Resultado de Aprendizaje | Evidencia de Aprendizaje | Instrumentos de evaluación |
| <p>El estudiante Aplica las condiciones de frontera adecuados para poder simular el funcionamiento de los componentes mecánicos y poder realizar un análisis de esfuerzos y deformaciones.</p> <p>Evalúa la integridad estructural de componentes mecánicos para su implementación en sistemas mecatrónicos.</p> | <p>A partir de un caso de estudio, el alumno deberá proponer las condiciones de frontera, así como, los tipos de conexiones para poder realizar simulaciones de piezas y ensambles.</p> | <p>Rúbrica de evaluación.</p> |

| | | | | |
|-----------------|--------|-----------------------------|-----------------|---------------------|
| ELABORÓ: | DGUTYP | REVISÓ: | DGUTYP | F-DA-01-PA-LIC-61.1 |
| APROBÓ: | DGUTYP | VIGENTE A PARTIR DE: | SEPTIEMBRE 2024 | |

UNIDADES DE APRENDIZAJE

| | | | | | | |
|-----------------------|---|----|-----------------------|----|---------------|----|
| Unidad de Aprendizaje | III. Optimización en el diseño. | | | | | |
| Propósito esperado | El estudiante determinará la geometría y dimensiones que favorezcan más a un componente estructural con base al análisis de esfuerzos y deformaciones obtenido durante la simulación numérica de dicha pieza. | | | | | |
| Tiempo Asignado | Horas del Saber | 10 | Horas del Saber Hacer | 10 | Horas Totales | 20 |

| Temas | Saber Dimensión Conceptual | Saber Hacer Dimensión Actuacional | Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva |
|---------------------------------------|---|--|--|
| Fundamentos del diseño óptimo. | <p>Explicar los objetivos de la optimización en el diseño mecánico.</p> <p>Describir las restricciones y alcances.</p> <p>Identificar las variables en el diseño.</p> <p>Identificar las diferentes herramientas para la optimización de piezas (topología de diseño mecánico).</p> | <p>Proponer los parámetros de diseño necesarias para realizar un análisis óptimo.</p> | <p>Fomentar el autoaprendizaje a través de actividades de gestión de la información de acuerdo con los resultados obtenidos mediante el Método de Elementos Finitos.</p> |
| Técnicas de optimización. | <p>Explicar la teoría de vigas e inercia.</p> <p>Identificar las herramientas topológicas para la reducción de material en los componentes mecánicos.</p> | <p>Identificar las herramientas necesarias para mejorar el diseño de los componentes mecánicos bajo los parámetros de diseño utilizados.</p> | |
| Introducción a la ingeniería inversa. | <p>Definir la diferencia entre ingeniería directa e ingeniería inversa.</p> <p>Explicar el análisis inverso de componentes mecánicos:</p> | <p>Propone mejoras en el diseño de una máquina de acuerdo con los resultados obtenidos en cada uno de los eslabones.</p> | |

| | | | | |
|-----------------|--------|-----------------------------|-----------------|---------------------|
| ELABORÓ: | DGUTYP | REVISÓ: | DGUTYP | F-DA-01-PA-LIC-61.1 |
| APROBÓ: | DGUTyP | VIGENTE A PARTIR DE: | SEPTIEMBRE 2024 | |

| | | | |
|---------------------|--|---|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué es el objeto? • ¿De qué material está hecho? • ¿Cómo funciona? <p>¿Qué oportunidades de mejora tiene?</p> | | |
| Rediseño de piezas. | Proponer cambios de geometría en los componentes mecánicos de una máquina o mecanismo con el fin de distribuir mejor los esfuerzos generados durante el análisis. | Implementa mejoras en el diseño con la finalidad de distribuir mejor los esfuerzos generados durante el análisis. | |

| Proceso Enseñanza-Aprendizaje | | | |
|---|--|----------------------|---|
| Métodos y técnicas de enseñanza | Medios y materiales didácticos | Espacio Formativo | |
| | | Aula | |
| Prácticas de laboratorio. Aprendizaje basado en proyectos. Equipos colaborativos. | Cañón y equipo de cómputo. Software de Método de Elementos Finitos. | Laboratorio / Taller | X |
| | | Empresa | |

| Proceso de Evaluación | | |
|---|---|----------------------------|
| Resultado de Aprendizaje | Evidencia de Aprendizaje | Instrumentos de evaluación |
| El alumno podrá realizar el análisis de la integridad estructural de componentes mecánicos en base a los criterios de diseño que proponga para satisfacer una necesidad, y con los resultados obtenidos proponer mejoras para optimizar el diseño de los componentes. | A partir de un caso de estudio, el alumno deberá proponer los criterios de diseño y con los resultados obtenidos realizar mejoras para satisfacer la necesidad planteada. | Rúbrica de evaluación. |

| | | | | |
|-----------------|--------|-----------------------------|-----------------|---------------------|
| ELABORÓ: | DGUTYP | REVISÓ: | DGUTYP | F-DA-01-PA-LIC-61.1 |
| APROBÓ: | DGUTYP | VIGENTE A PARTIR DE: | SEPTIEMBRE 2024 | |

UNIDADES DE APRENDIZAJE

| | | | | | | |
|-----------------------|---|---|-----------------------|----|---------------|----|
| Unidad de Aprendizaje | IV. Implementación CAE. | | | | | |
| Propósito esperado | El estudiante podrá utilizar la ingeniería asistida por computadora para proponer cambios en los sistemas mecatrónicos con base a los resultados obtenidos en la simulación numérica. | | | | | |
| Tiempo Asignado | Horas del Saber | 0 | Horas del Saber Hacer | 10 | Horas Totales | 10 |

| Temas | Saber Dimensión Conceptual | Saber Hacer Dimensión Actuacional | Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva |
|----------|---|---|--|
| Proyecto | <p>Realizar un proyecto que involucre:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Planteamiento del problema. ● Justificación y condiciones de diseño. ● Selección del material a utilizar. ● Propuesta de factor de seguridad. ● Diseño preliminar. ● Optimización del diseño. ● Conclusiones. ● Redacción de reporte. | <p>Proponer un proyecto donde utilice la ingeniería asistida por la computadora para adaptar un mecanismo ya existente y proponer mejoras de acuerdo a los criterios de diseño empleados.</p> | <p>Impulsar la iniciativa y liderazgo a través de actividades colaborativas e interdisciplinarias para el desarrollo de proyectos.</p> |

| | | | | |
|-----------------|--------|-----------------------------|-----------------|---------------------|
| ELABORÓ: | DGUTYP | REVISÓ: | DGUTYP | F-DA-01-PA-LIC-61.1 |
| APROBÓ: | DGUTyP | VIGENTE A PARTIR DE: | SEPTIEMBRE 2024 | |

| Proceso Enseñanza-Aprendizaje | | | |
|--|--|----------------------|---|
| Métodos y técnicas de enseñanza | Medios y materiales didácticos | Espacio Formativo | |
| | | Aula | |
| Aprendizaje basado en proyectos. Equipos colaborativos. | Cañón y equipo de cómputo. Software de Método de Elementos Finitos. | Laboratorio / Taller | X |
| | | Empresa | |

| Proceso de Evaluación | | |
|--|--|--|
| Resultado de Aprendizaje | Evidencia de Aprendizaje | Instrumentos de evaluación |
| El estudiante propondrá el análisis de componentes mecatrónicos bajo los criterios de diseño establecidos por el estudiante y proponer una solución para satisfacer una necesidad. | Desarrollar un proyecto que incluya un planteamiento del problema, justificación, condiciones de diseño, material, factor de seguridad, diseño preliminar, optimización, conclusiones y reporte. | Lista de cotejo. Rúbrica de evaluación. |

| Perfil idóneo del docente | | |
|-----------------------------------|---|---|
| Formación académica | Formación Pedagógica | Experiencia Profesional |
| Ingeniería mecánica o mecatrónica | Cursos de capacitación en docencia y modelo educativo por competencias. | Preferentemente dos años realizando análisis de esfuerzos mediante software de elemento finito. |

| Referencias bibliográficas | | | | | |
|--|------|--|----------------------|-----------|------------------------|
| Autor | Año | Título del documento | Lugar de publicación | Editorial | ISBN |
| CARLOS RUBIO GONZÁLEZ; VÍCTOR ROMERO MUÑOZ | 2008 | METODO DEL ELEMENTO FINITO: FUNDAMENTOS Y APLICACIONES CON ANSYS | México | LIMUSA | ISBN: 9786070501470 |

| | | | | |
|-----------------|--------|-----------------------------|-----------------|---------------------|
| ELABORÓ: | DGUTYP | REVISÓ: | DGUTYP | F-DA-01-PA-LIC-61.1 |
| APROBÓ: | DGUTYP | VIGENTE A PARTIR DE: | SEPTIEMBRE 2024 | |

| | | | | | |
|----------------------------|------|--|---------------|------------------------|----------------------|
| Moaveni, Saeed | 1999 | Finite Element Analysis: Theory and Application with ANSYS | United States | Prentice Hall | ISBN: 0-13-785098-0 |
| Huei-Huang Lee | 2010 | Finite Element Simulations with ANSYS Workbench, Theory, Applications, Case Studies | United States | SDS Publications | ISBN: 978-1630570880 |
| M. Asghar Bhatti | 2005 | Fundamental Finite Element Analysis and Applications: with Mathematica and Matlab Computations | United States | Wiley | ISBN: 9780471648086 |
| George R. Buchanan | 1995 | Finite Element Analysis | United States | Schaum's, Mc Graw Hill | ISBN: 9780071502887 |
| Robert D Cook | 1995 | Finite Element Modeling for Stress Analysis | United States | Wiley | ISBN: 9780471107743 |
| Jacob Fish | 2007 | A First Course in Finite Elements | United States | Wiley | ISBN: 9780470035801 |
| Peter Kattan | 2008 | Matlab Guide to Finite Elements | German | Springer | ISBN: 9783540706977 |
| Chandrupatla, Tirupathi R. | 1999 | Introducción al estudio del Elemento Finito en Ingeniería | México | Prentice Hall | ISBN: 9701702603 |

| Referencias digitales | | | |
|-------------------------|-----------------------|---|---|
| Autor | Fecha de recuperación | Título del documento | Vínculo |
| ANSYS Notas Ingeniería. | 06/02/24 | Soporte - Ansys Workbench | https://www.youtube.com/watch?v=Fly6Jy_5jiM |
| ANSYS Notas Ingeniería. | 06/02/24 | Ansys workbench - Mesa elevadora para motos | https://www.youtube.com/watch?v=T2GMd161WUI |

| | | | | |
|-----------------|--------|-----------------------------|-----------------|---------------------|
| ELABORÓ: | DGUTYP | REVISÓ: | DGUTYP | F-DA-01-PA-LIC-61.1 |
| APROBÓ: | DGUTyP | VIGENTE A PARTIR DE: | SEPTIEMBRE 2024 | |

| | | | |
|-------------------------|----------|---|---|
| ANSYS Notas Ingeniería. | 06/02/24 | Ansys workbench - Pneumatic Gripper | https://www.youtube.com/watch?v=ERdCasp5aSM |
| ANSYS Notas Ingeniería. | 06/02/24 | Mecanismo biela corredera - Ansys workbench | https://www.youtube.com/watch?v=Wa9O47jac1o |
| ANSYS Notas Ingeniería. | 06/02/24 | Ansys workbench - Scissor lifting | https://www.youtube.com/watch?v=gENoBF5Sc1A |

| | | | | |
|-----------------|--------|-----------------------------|-----------------|---------------------|
| ELABORÓ: | DGUTYP | REVISÓ: | DGUTYP | F-DA-01-PA-LIC-61.1 |
| APROBÓ: | DGUTyP | VIGENTE A PARTIR DE: | SEPTIEMBRE 2024 | |