

**PROGRAMA EDUCATIVO:
LICENCIATURA EN INGENIERIA EN SISTEMAS AUTOMOTRICES
EN COMPETENCIAS PROFESIONALES**

PROGRAMA DE ASIGNATURA: VIBRACIONES MECÁNICAS

CLAVE: E-VIM-3

| Propósito de aprendizaje de la Asignatura | | El estudiante evaluará sistemas y elementos mecánicos sometidos a vibraciones libres, forzadas y amortiguadas, por medio de la medición de los niveles de vibración, resolución de modelos matemáticos de distintos sistemas mecánicos y del vehículo sujetos a vibraciones, para diagnosticar posibles fallos y proponer soluciones de mejora. | | | |
|---|--------------|--|---------------------|------------------|---------------|
| Competencia a la que contribuye la asignatura | | Desarrollar proyectos de procesos y productos innovadores automotrices, mediante metodologías, herramientas y técnicas de manufactura; control del proceso; nuevas tendencias tecnológicas de materiales y fuentes de energía; estrategias de administración y comercialización; estudios de rastreabilidad y trazabilidad del proceso y la normatividad aplicable, para contribuir a la innovación de los sistemas automotrices asegurando la calidad de los productos y la plena satisfacción del cliente, a fin de fortalecer el liderazgo global de la organización. | | | |
| Tipo de competencia | Cuatrimestre | Créditos | Modalidad | Horas por semana | Horas Totales |
| Específica | 8 | 5.62 | Escolarizada | 6 | 90 |

| Unidades de Aprendizaje | Horas del Saber | Horas del Saber Hacer | Horas Totales |
|-------------------------|--------------------|-----------------------|---------------|
| | I. Vibración libre | 15 | 5 |
| II. Vibración forzada | 15 | 5 | 20 |

| | | | | |
|-----------------|---------------|-----------------------------|------------------------|----------------------------|
| ELABORÓ: | DGUTYP | REVISÓ: | DGUTYP | F-DA-01-PA-LIC-48.1 |
| APROBÓ: | DGUTYP | VIGENTE A PARTIR DE: | SEPTIEMBRE 2024 | |

| | | | |
|--|-----------|-----------|-----------|
| III. Modelado de elementos sujetos a vibraciones | 15 | 15 | 30 |
| IV. Análisis de vibraciones y Tecnologías de diagnóstico | 10 | 10 | 20 |
| Totales | 55 | 35 | 90 |

| Funciones | Capacidades | Criterios de Desempeño |
|---|--|---|
| 1. Innovar insertos, componentes y sistemas automotrices a través del reconocimiento de tecnologías existentes y nuevas, materiales e insumos energéticos y de funcionalidad tecnológica, administración de proyectos sustentables, mejora continua y rentabilidad. | Integrar nuevas tendencias tecnológicas en sistemas automotrices mediante metodologías de la investigación de vigilancia tecnológica a través de fundamentos, características y aplicaciones de sensores y transductores de la intercomunicación de red automotriz: protocolos de comunicación en el uso de sistemas electrónicos de confort, motriz e infoentretenimiento, unidades de control y diagnóstico electrónico, para la mejora continua de los sistemas automotrices contribuyendo a la seguridad del auto. | Presentar un informe de la innovación de insertos, componentes y sistemas automotrices, que incluya: <ol style="list-style-type: none"> 1. Estudio de trazabilidad sobre el diseño, el proceso y el producto. 2. Las tendencias tecnológicas en procesos y productos establecidos. 3. Las tendencias tecnológicas de seguridad de los ocupantes 4. Análisis de las tecnologías abordadas. 5. Ventajas y desventajas competitivas en tecnologías de manera interna y externa. 6. Ventajas y desventajas competitivas de los rendimientos de las motorizaciones. 7. Estadística de resultados. 8. Conclusiones y propuestas de mejora. 9. Viabilidad del proyecto. |
| 2. Plantear procesos de manufactura, ensamble y subensamble automotriz basado en detección de áreas de | Formular mejoras en procesos de manufactura automotriz mediante software especializado CAD-CAM, diagramas de procesos, Layout y | Presentar un informe con propuestas de mejora de procesos de manufactura, ensamble y subensamble automotriz, conforme a los registros y formatos establecidos por la organización y la norma, que contenga: |

| | | | | |
|-----------------|---------------|-----------------------------|------------------------|----------------------------|
| ELABORÓ: | DGUTYP | REVISÓ: | DGUTYP | F-DA-01-PA-LIC-48.1 |
| APROBÓ: | DGUTYP | VIGENTE A PARTIR DE: | SEPTIEMBRE 2024 | |

| | | |
|---|--|---|
| <p>oportunidad y análisis del proceso productivo, con pruebas al producto terminado, software especializado, métodos de manufactura esbelta, Core Tools, estándares de seguridad y calidad, así como la normatividad aplicable, buscando optimizar los recursos e incrementar la productividad.</p> | <p>distribución de planta, recursos disponibles, capacidad y estándares de producción, análisis de costo-beneficio, metodología de manufactura esbelta, estándares de seguridad, calidad y la normatividad aplicable, para determinar la viabilidad del proyecto de mejora y lograr los beneficios planteados para la organización y su entorno.</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Detección de áreas de oportunidad de mejora y su justificación: <ul style="list-style-type: none"> • Tiempo tacto y tiempo ciclo. • Capacidad de producción. • Capacidad instalada. 2. Grado de impacto en los indicadores de producción. 3. Estudios de rastreabilidad y trazabilidad del proceso. 4. Reportes de auditorías internas. 5. Reportes del programa de mantenimiento. 6. Reportes de rutas críticas logísticas. 7. Reportes de índices de recurrencia de fallas. 8. Referencias a normas aplicables. 9. Análisis de los resultados existentes contra los esperados. 10. Determinación de los recursos requeridos. 11. Prospectiva de los resultados esperados. 12. Justificación del costo-beneficio. 13. Determinación de la viabilidad de la propuesta para su aprobación e implementación. |
|---|--|---|

| | | | | |
|-----------------|---------------|-----------------------------|------------------------|----------------------------|
| ELABORÓ: | DGUTYP | REVISÓ: | DGUTYP | F-DA-01-PA-LIC-48.1 |
| APROBÓ: | DGUTYP | VIGENTE A PARTIR DE: | SEPTIEMBRE 2024 | |

UNIDADES DE APRENDIZAJE

| | | | | | | |
|-----------------------|--|----|-----------------------|---|---------------|----|
| Unidad de Aprendizaje | I. Vibración libre | | | | | |
| Propósito esperado | El estudiante describirá sistemas de uno y varios grados de libertad en vibración libre a través de los modelos matemáticos y su resolución para determinar su comportamiento. | | | | | |
| Tiempo Asignado | Horas del Saber | 15 | Horas del Saber Hacer | 5 | Horas Totales | 20 |

| Temas | Saber Dimensión Conceptual | Saber Hacer Dimensión Actuacional | Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva |
|---|--|---|--|
| Movimiento armónico simple | Identificar y explicar los conceptos sobre vibración libre: frecuencia circular natural, frecuencia natural, periodo, amplitud, ángulo de desfase. | | a) Manejar un espíritu observador en la práctica de laboratorio, para el buen resultado de la práctica o proceso a desarrollar. b) Fomentar un carácter investigador en la identificación de nuevos conceptos, para el buen resultado de la práctica o proceso a desarrollar. c) Desarrollar el pensamiento analítico a través de la identificación de conceptos para resolver problemas en su formación académica o su entorno. |
| Superposición de armónicos con misma frecuencia | Describir el comportamiento de un armónico simple con respecto a posición, velocidad y aceleración. | Calcular la suma de armónicos por el método de superposición para frecuencias iguales. | |
| Sistemas de vibraciones mecánicas | Distinguir fenómenos que se puedan estudiar como una vibración libre. | | |
| Vibración libre sin amortiguamiento | | Dar resolución a la ecuación diferencial de vibración libre para distintas condiciones iniciales. | |
| Vibración libre amortiguada | | Resolver sistemas con resortes en paralelo y en serie. | |

| | | | | |
|----------|--------|----------------------|-----------------|---------------------|
| ELABORÓ: | DGUTYP | REVISÓ: | DGUTYP | F-DA-01-PA-LIC-48.1 |
| APROBÓ: | DGUTYP | VIGENTE A PARTIR DE: | SEPTIEMBRE 2024 | |

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | <p>d) Asumir la responsabilidad y honestidad para realizar actividades en forma individual y en equipo en forma proactiva.</p> <p>e) Ejercer liderazgo en la práctica de laboratorio, coordinando las actividades para el buen resultado de la práctica o proceso a desarrollar.</p> |
|--|--|--|--|

| Proceso Enseñanza-Aprendizaje | | | |
|--|---|----------------------|---|
| Métodos y técnicas de enseñanza | Medios y materiales didácticos | Espacio Formativo | |
| | | Aula | X |
| Exposición Aprendizaje cooperativo Aprendizaje basado en problemas | Computadora Proyector Software matemático | Laboratorio / Taller | |
| | | Empresa | |

| Proceso de Evaluación | | |
|---|--|---|
| Resultado de Aprendizaje | Evidencia de Aprendizaje | Instrumentos de evaluación |
| <p>Los estudiantes resuelven ejercicios de suma de armónicos.</p> <p>Los estudiantes presentan un proyecto de experimentación donde obtendrá la solución analítica de un fenómeno de vibración y la comparará con los datos experimentales.</p> | <p>A partir de un portafolio de evidencias de la resolución de ejercicios.</p> <p>Presentación oral y reporte escrito del proyecto de experimentación.</p> | <p>Examen</p> <p>Lista de cotejo</p> <p>Rúbrica de proyecto</p> |

| | | | | |
|----------|--------|----------------------|-----------------|---------------------|
| ELABORÓ: | DGUTYP | REVISÓ: | DGUTYP | F-DA-01-PA-LIC-48.1 |
| APROBÓ: | DGUTYP | VIGENTE A PARTIR DE: | SEPTIEMBRE 2024 | |

| | | | | | | |
|-----------------------|--|----|-----------------------|---|---------------|----|
| Unidad de Aprendizaje | II. Vibración forzada | | | | | |
| Propósito esperado | El estudiante describirá sistemas de uno y varios grados de libertad en vibración forzada a través de los modelos matemáticos y su resolución para determinar su comportamiento. | | | | | |
| Tiempo Asignado | Horas del Saber | 15 | Horas del Saber Hacer | 5 | Horas Totales | 20 |

| Temas | Saber Dimensión Conceptual | Saber Hacer Dimensión Actuacional | Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva |
|---|--|---|--|
| Vibración forzada no amortiguada | Identificar y explicar los conceptos sobre vibración forzada: frecuencia circular forzada, frecuencia forzada, periodo, amplitud, ángulo de desfase. | Dar resolución a la ecuación diferencial de vibración forzada para distintas condiciones iniciales. | a) Manejar un espíritu observador en la práctica de laboratorio, para el buen resultado de la práctica o proceso a desarrollar. b) Fomentar un carácter investigador en la identificación de nuevos conceptos, para el buen resultado de la práctica o proceso a desarrollar. |
| Vibración forzada amortiguada | Conocer la solución de las ecuaciones diferenciales que rigen el comportamiento de una vibración forzada. | | |
| Respuesta en estado estable de Sistemas de vibraciones de un grado de libertad: Excitación en la base, Excitación excéntrica y Excitación por fuerza externa. | Examinar fenómenos que se puedan estudiar como una vibración forzada | Analizar la vibración forzada en el sistema de suspensión de un vehículo | c) Desarrollar el pensamiento analítico a través de la identificación de conceptos para resolver problemas en su formación académica o su entorno. |

| | | | | |
|----------|--------|----------------------|-----------------|---------------------|
| ELABORÓ: | DGUTYP | REVISÓ: | DGUTYP | F-DA-01-PA-LIC-48.1 |
| APROBÓ: | DGUTYP | VIGENTE A PARTIR DE: | SEPTIEMBRE 2024 | |

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | <p>d) Asumir la responsabilidad y honestidad para realizar actividades en forma individual y en equipo en forma proactiva.</p> <p>e) Ejercer liderazgo en la práctica de laboratorio, coordinando las actividades para el buen resultado de la práctica o proceso a desarrollar.</p> |
|--|--|--|--|

| Proceso Enseñanza-Aprendizaje | | | |
|--|--|----------------------|---|
| Métodos y técnicas de enseñanza | Medios y materiales didácticos | Espacio Formativo | |
| | | Aula | X |
| Aprendizaje cooperativo Aula invertida Aprendizaje basado en proyectos | Computadora Proyector Recursos digitales (videos). | Laboratorio / Taller | |
| | | Empresa | |

| Proceso de Evaluación | | |
|--|--|--|
| Resultado de Aprendizaje | Evidencia de Aprendizaje | Instrumentos de evaluación |
| Los estudiantes presentan un proyecto de experimentación donde obtendrá la solución analítica de un fenómeno de vibración y la comparará con los datos experimentales. | Presentación oral y reporte escrito del proyecto de experimentación. | Lista de cotejo Rúbrica de proyecto |

| | | | | |
|----------|--------|----------------------|-----------------|---------------------|
| ELABORÓ: | DGUTYP | REVISÓ: | DGUTYP | F-DA-01-PA-LIC-48.1 |
| APROBÓ: | DGUTYP | VIGENTE A PARTIR DE: | SEPTIEMBRE 2024 | |

| | | | | | | |
|-----------------------|---|----|-----------------------|----|---------------|----|
| Unidad de Aprendizaje | III. Modelado de elementos sujetos a vibraciones | | | | | |
| Propósito esperado | El estudiante examinará modelos de vibraciones de un vehículo a través de su solución por métodos analíticos y numéricos, para predecir condiciones no favorables en su comportamiento. | | | | | |
| Tiempo Asignado | Horas del Saber | 15 | Horas del Saber Hacer | 15 | Horas Totales | 30 |

| Temas | Saber Dimensión Conceptual | Saber Hacer Dimensión Actuacional | Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva |
|---|--|--|--|
| Modelos mecánicos de dos o más grados de libertad con respuesta en estado estable | Identificar modelos de sistemas mecánicos sujetos a vibración. | Resolver modelos matemáticos por métodos analíticos y numéricos por medio de softwares. | a) Manejar un espíritu observador en la práctica de laboratorio, para el buen resultado de la práctica o proceso a desarrollar. |
| Frecuencias naturales y modos de vibración en sistemas de dos o más grados de libertad | | Comparar resultados de distintas condiciones de trabajo de un vehículo sujeto a vibraciones. | b) Fomentar un carácter investigador en la identificación de nuevos conceptos, para el buen resultado de la práctica o proceso a desarrollar. |
| Sistema de dos grados de libertad forzado con amortiguamiento | | | c) Desarrollar el pensamiento analítico a través de la identificación de conceptos para resolver problemas en su formación académica o su entorno. |
| Modelos de vibraciones de un vehículo: A quarter car model, Bicycle car, Body pitch mode, Half Car, Body Roll Mode, Full car model. | Distinguir los modelos más conocidos de los vehículos sujetos a vibración. Comparar aceleraciones, velocidades, desplazamientos, modos de vibración de los modelos de vehículos. | Evaluar condiciones favorables o desfavorables de un vehículo sujeto a vibraciones. | |

| | | | | |
|----------|--------|----------------------|-----------------|---------------------|
| ELABORÓ: | DGUTYP | REVISÓ: | DGUTYP | F-DA-01-PA-LIC-48.1 |
| APROBÓ: | DGUTYP | VIGENTE A PARTIR DE: | SEPTIEMBRE 2024 | |

| | | | |
|--|--|--|--|
| | Relacionar los parámetros de vibración con el confort del vehículo | | <p>d) Asumir la responsabilidad y honestidad para realizar actividades en forma individual y en equipo en forma proactiva.</p> <p>e) Ejercer liderazgo en la práctica de laboratorio, coordinando las actividades para el buen resultado de la práctica o proceso a desarrollar.</p> |
|--|--|--|--|

| Proceso Enseñanza-Aprendizaje | | | |
|---|---|----------------------|---|
| Métodos y técnicas de enseñanza | Medios y materiales didácticos | Espacio Formativo | |
| | | Aula | |
| Simulaciones en software Análisis de casos | Computadora, proyector. Software matemático. Software de simulación para vibraciones. | Laboratorio / Taller | X |
| | | Empresa | |

| Proceso de Evaluación | | |
|--|---|--|
| Resultado de Aprendizaje | Evidencia de Aprendizaje | Instrumentos de evaluación |
| Los estudiantes presentan una propuesta de optimización de parámetros de un vehículo sujeto a vibraciones por medio del estudio de un modelo conocido. | A partir de simulaciones numéricas y análisis de optimización presentará un reporte tipo artículo científico. | Lista de cotejo Rúbrica de artículo |

| | | | | |
|----------|--------|----------------------|-----------------|---------------------|
| ELABORÓ: | DGUTYP | REVISÓ: | DGUTYP | F-DA-01-PA-LIC-48.1 |
| APROBÓ: | DGUTYP | VIGENTE A PARTIR DE: | SEPTIEMBRE 2024 | |

| | | | | | | |
|-----------------------|---|----|-----------------------|----|---------------|----|
| Unidad de Aprendizaje | IV. Análisis de vibraciones y Tecnologías de diagnóstico | | | | | |
| Propósito esperado | El estudiante diagnosticará las condiciones de un elemento mecánico por medio de las diferentes tecnologías de diagnóstico, para poder predecir fallos potenciales. | | | | | |
| 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 |
|---|---|--|---|
| Series de Fourier para armónico simple | Relacionar las Series de Fourier con los armónicos. | Determinar los coeficientes de la Serie de Fourier para una vibración periódica. | a) Manejar un espíritu observador en la práctica de laboratorio, para el buen resultado de la práctica o proceso a desarrollar. b) Fomentar un carácter investigador en la identificación de nuevos conceptos, para el buen resultado de la práctica o proceso a desarrollar. c) Desarrollar el pensamiento analítico a través de la identificación de conceptos para resolver problemas en su formación académica o su entorno. d) Asumir la responsabilidad y honestidad para realizar |
| Del Dominio del tiempo al Dominio de frecuencia | Comparar el Dominio del tiempo y del de frecuencias de una vibración. | Determinar el dominio de frecuencias usando la transformada rápida de Fourier. | |
| Espectro por análisis de Fourier | | | |
| Transformada rápida de Fourier | | | |
| Desbalance | Distinguir las condiciones de desbalanceo. | Cálculo de desbalanceo por distintos métodos. | |
| Análisis de vibraciones en rotores | Enlistar las técnicas de diagnóstico de fallas por vibraciones. | Diagnosticar fallas por mediciones de vibraciones. | |
| Transmisión y supresión de vibración | | | |

| | | | | |
|----------|--------|----------------------|-----------------|---------------------|
| ELABORÓ: | DGUTYP | REVISÓ: | DGUTYP | F-DA-01-PA-LIC-48.1 |
| APROBÓ: | DGUTYP | VIGENTE A PARTIR DE: | SEPTIEMBRE 2024 | |

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | <p>actividades en forma individual y en equipo en forma proactiva.</p> <p>e) Ejercer liderazgo en la práctica de laboratorio, coordinando las actividades para el buen resultado de la práctica o proceso a desarrollar.</p> |
|--|--|--|--|

| Proceso Enseñanza-Aprendizaje | | | |
|---|---|----------------------|---|
| Métodos y técnicas de enseñanza | Medios y materiales didácticos | Espacio Formativo | |
| | | Aula | |
| Análisis de casos Prácticas de laboratorio | Computadora. Proyector. Sensor para medir vibración y/o instrumento de diagnóstico. | Laboratorio / Taller | X |
| | | Empresa | |

| Proceso de Evaluación | | |
|--|--|---|
| Resultado de Aprendizaje | Evidencia de Aprendizaje | Instrumentos de evaluación |
| Los estudiantes elaboran un diagnóstico de las condiciones de un sistema sujeto a vibraciones. | Por medio de un reporte se presentarán las técnicas de medición de vibraciones de un sistema y el diagnóstico de las condiciones de trabajo. | Proyectos grupales Estudios de casos |

| | | | | |
|----------|--------|----------------------|-----------------|---------------------|
| ELABORÓ: | DGUTYP | REVISÓ: | DGUTYP | F-DA-01-PA-LIC-48.1 |
| APROBÓ: | DGUTYP | VIGENTE A PARTIR DE: | SEPTIEMBRE 2024 | |

| Perfil idóneo del docente | | |
|--|--|--|
| Formación académica | Formación Pedagógica | Experiencia Profesional |
| Ing. Mecánica, Ing. en Sistemas Automotrices, Ing. Industrial y carreras afines. | Manejo de herramientas didácticas para enseñanza-aprendizaje, de evaluación, técnicas de manejo de grupos. | Experiencia en diseño mecánico, análisis de vibraciones, simulaciones y diagnóstico de fallas. 1 a 5 años |

| | | | | |
|----------|--------|----------------------|-----------------|---------------------|
| ELABORÓ: | DGUTYP | REVISÓ: | DGUTYP | F-DA-01-PA-LIC-48.1 |
| APROBÓ: | DGUTYP | VIGENTE A PARTIR DE: | SEPTIEMBRE 2024 | |