

Asignatura: **Mecanismos y Elementos de Máquinas**

Código: 10-04079

RTF

10

Semestre: 6to

Carga Horaria

96

Bloque: Tecnologías Aplicadas

Horas de Práctica

9

Departamento: Máquinas

Correlativas:

- Correlativa 1: Mecánica de las Estructuras
- Correlativa 2: Mecánica Racional
- Correlativa 3: Dibujo Técnico

Contenido Sintético:

1. Introducción a los mecanismos y a las máquinas
2. Elementos de unión (uniones soldadas y adherentes)
3. Elementos de sujeción (roscados, remaches, pernos, cuñas y pasadores)
4. Embragues, Acoplamientos, Frenos y Volantes
5. Lubricación y contacto deslizante
6. Transmisión de potencia por fricción
7. Transmisión mecánica con elementos flexibles (correas, cadenas, cables, ejes flexibles, etc.)
8. Cojinetes de contacto rodante
9. Resortes mecánicos
10. Engranajes y Engranajes (mecanismo diferencial, levas)
11. Ejes fijos y ejes móviles
12. Mecanismo de biela y manivela

Competencias Genéricas:

- **CG 1** Competencia para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
- **CG 2.** Competencia para concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos).
- **CG 4.** Competencia para utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de la ingeniería

Aprobado por HCD:

RES: Fecha:

Competencias Específicas para la carrera de Ingeniería Mecánica

- **CE1.22** Aplicar los fundamentos de cinemática en el campo de los movimientos de los órganos de máquinas, para determinar los movimientos, las fuerzas y el dimensionamiento de los distintos elementos.
- **CE1.23** Seleccionar mecanismos y elementos de máquinas, en el campo de los movimientos de los órganos y máquinas, en el diseño y proyectos de elementos, equipos y máquinas.

Competencias Específicas para la carrera de Ingeniería Electromecánica

- **CE1.2.8** Aplicar los fundamentos de cinemática en el campo de los movimientos de los órganos de máquinas, para determinar los movimientos, las fuerzas y el dimensionamiento de los distintos elementos.
- **CE1.2.9** Seleccionar mecanismos y elementos de máquinas, en el campo de los movimientos de los órganos y máquinas, en el diseño y proyectos de elementos, equipos y máquinas.

Presentación

Mecanismos y elementos de máquinas, es una asignatura que pertenece al tercer año (sexto semestre) de las carreras de Ingeniería Mecánica e Ingeniería Electromecánica.

El objetivo de esta asignatura es el estudio de los mecanismos y elementos que integran los equipos y la maquinaria moderna. Para satisfacer tal fin es necesario que cada estudiante posea sólidos conocimientos de la física, la mecánica racional, los materiales y la mecánica de las estructuras.

La aplicación de los principios de la cinemática y la dinámica en el análisis de los movimientos de los órganos de máquinas permitirá la determinación de los esfuerzos a que estarán sometidos los distintos elementos y de esta forma se podrá dimensionar los mismos o realizar la selección de aquellos otros que ya han sido estandarizados.

Al finalizar el curso el estudiante habrá formado un criterio que le permita determinar el campo de aplicación de los distintos mecanismos y elementos de máquinas para poder encarar el estudio de las materias de tecnología aplicada que integran el currículo de la carrera (Máquinas, Diseño Electromecánico, etc.).

Contenidos

Unidad 1. Introducción a los mecanismos de máquinas y su diseño

El diseño en ingeniería. Proceso de diseño de mecanismos de máquinas. Identificación del problema. Evaluación. Elementos para el análisis. Normas y códigos

Unidad 2. Mecanismos de barras

Fundamentos de cinemática. Grados de libertad. Tipos de movimiento. Eslabones, juntas y cadenas cinemáticas.

Unidad 3. Elementos de unión.

Soldadura. Simbología en la soldadura. Juntas a tope y a traslape o de filete. Torsión, flexión y resistencia en uniones soldadas. Uniones adherentes. Soldaduras de aporte y pegadura.

Tornillos. Tipos de roscas y sus aplicaciones. Cálculo de tornillos sometidos a cargas estáticas constantes y variables. Distintos tipos de tuercas y accesorios. Remaches: Campos de aplicación: distintos tipos y características. Cálculo. Materiales utilizados.

Unidad 4. Diseño de elementos roscados y de sujeción

Nomenclatura del roscado.

Uniones atornilladas y remachadas. Pernos. Elementos de sujeción.

Cuñas y pasadores.

Mecanismo de tornillo y tuerca para transmisión de fuerza y trabajo. Rendimiento de los tornillos de rosca cuadrada y trapecial. Tornillo diferencial. Materiales utilizados. Fallas en uniones roscadas y de sujeción.

Unidad 5. Acoplamientos

Transmisión de movimiento y trabajo entre árboles. Junta Cardan: estudio cinemático y dinámico. Junta homocinética. Otros tipos de acoplamientos.

Unidad 6. Mecanismo biela-manivela.

Mecanismo biela-manivela. Estudio cinemático y dinámico. Aplicaciones a motores alternativos y máquinas herramientas.

Unidad 7. Mecanismo diferencial.

Mecanismo diferencial. Diversas aplicaciones en máquinas y automotores.

Unidad 8. Sistemas de lubricación.

Tipos de lubricación. Viscosidad. Ley de Petroff. Cojinetes de fricción. Materiales utilizados. Características de los lubricantes.

Unidad 9. Cojinetes de contacto rodante y de contacto deslizante

Tipos de cojinetes de rodamiento. Cojinetes: carga, vida útil y confiabilidad. Selección de cojinetes de bolas, de rodillos, cilíndricos y de rodillos cónicos. Análisis de ciclos de carga, montaje y alojamiento de cojinetes.

Tipos de lubricación. Viscosidad. Ley de Petroff. Lubricación estable y de película gruesa. Teoría de la lubricación hidrodinámica. Elementos de diseño de sistemas de lubricación. Otros tipos de cojinetes. Cargas y materiales. Cojinetes de empuje.

Unidad 10. Levas.

Levas con seguidor rotatorio o traslatorio. Seguidores planos y de rodillos. Cierres de fuerza y de forma. Leva radial y axial. Perfil de una leva. Diagramas de desplazamiento, velocidad, aceleración y jerk. Excéntricas.

Unidad 11. Frenos.

Frenos: aplicaciones y tipos. Disposiciones constructivas, materiales utilizados. Potencia disipada. Calentamiento. Materiales utilizados.

Unidad 12. Árboles y ejes.

Diseño y cálculo de árboles y ejes. Determinación de los diagramas de carga de un árbol acodado. Accesorios.

Unidad 13. Engranajes y engranajes.

Tipos de engranes. Nomenclatura. Acción conjugada. Propiedades de la envolvente. Principios fundamentales. Relación de Contacto. Interferencia. Perfil de diente de un engrane. Engranajes Cónicos, helicoidales paralelos y de Tornillo Sinfín. Sistemas de dientes. Engranajes o trenes de engranes. Análisis de fuerzas para engranes rectos, cónicos, helicoidales y de tornillo

Sin fin. Transmisión mediante engranajes. Ley general del engrane. Diseño y cálculo de engranajes rectos y helicoidales. Materiales utilizados. Cadenas, distintos tipos, selección.

Unidad 14. Engranajes Rectos y Engranajes Helicoidales

Fórmula de Lewis. Durabilidad de la superficie de contacto. Fórmulas AGMA. Factor de Forma, Factor Dinámico y factores de aplicación en el diseño de engranes.

Unidad 15. Transmisión de potencia por fricción.

Transmisiones de potencia por fricción. Ruedas lisas y de garganta. Correas planas y trapezoidales. Cables.

Unidad 16. Resortes.

Módulos y constantes de un resorte. Energía de deformación. Aplicación del Teorema de Castigliano. Resortes helicoidales: distintos tipos, aplicaciones. Determinación de la constante elástica. Energía absorbida. Resortes helicoidales de tracción, compresión y torsión. Cálculo y diseño de resortes helicoidales. Resortes planos. Resortes de ballesta. Resortes de disco. Materiales utilizados en la fabricación de resortes. Fallas en resortes helicoidales.

Metodología de enseñanza

Cada unidad temática es abordada en el aula por un docente que, al frente de un grupo de estudiantes, relaciona los conocimientos adquiridos en materias que ya han sido cursadas, en la formación general, de fundamento y la práctica formativa, con los principios básicos de funcionamiento de los mecanismos más significativos que se utilizan en el ejercicio de la profesión.

El proceso de enseñanza y aprendizaje es complementado con la resolución de problemas, utilizando prácticas que apuntan a ser profesionalizantes en el camino de la formación de un ingeniero, a través de resolución de problemáticas de aplicación frecuente en la vida profesional de un Ingeniero Mecánico e Ingeniero Electromecánico.

Todo este proceso se centra en el aprendizaje que adquieren todos los actores que participan en él.

En el desarrollo del dictado de la asignatura se realizan actividades de diversa índole:

1. Se resuelven problemas de ingeniería en forma escrita donde el estudiante debe identificar problemas que involucran distintos tipos de

mecanismos y debe proponer soluciones que luego un docente evaluará según criterios preestablecidos.

2. Se realizan coloquios entre pares para cada tema, donde los estudiantes participan de una reunión entre profesionales en donde se tratan los temas desarrollados en la clase correspondiente con el apoyo de documentos, escritos, que el propio estudiante desarrolla que contiene textos, dibujos, gráficos y esquemas, producidos por el estudiante en su proceso de aprendizaje. Esta instancia evaluativa se realiza con un docente como testigo que certifica la aprobación, o no de la actividad, según la autoevaluación que realiza cada estudiante sobre el avance de su proceso de aprendizaje.
- 3.- Se realiza un Trabajo de Laboratorio donde se persigue el objetivo de que cada estudiante haga una experiencia de práctica profesionalizante, es decir que lleve a cabo un trabajo en orden a lo que se hace en el ejercicio de la profesión y que sea evaluado por ello.

La tarea de aprendizaje se completa con actividades en los laboratorios del Departamento Máquinas de la FCEFyN, donde los estudiantes disponen de mecanismos y elementos de máquinas, ordenados en forma didáctica, que integran las distintas unidades temáticas para apreciar sus características y experimentar el comportamiento cinemático de los mismos.

El Departamento Máquinas dispone además de un Museo de Máquinas donde el alumno puede apreciar la aplicación práctica de los elementos desde el punto de vista de la evolución de esos mismos mecanismos.

El estudiante debe confeccionar, en forma individual, una carpeta que consta de: un breve resumen de los fundamentos generales que influyen en el funcionamiento de los mecanismos que se estudian en cada clase y práctica de laboratorio.

En la carpeta el estudiante registra los ejercicios realizados en clase.

La práctica posibilita alcanzar una mayor habilidad y destreza en el uso de procedimientos tecnológicos en la apropiación de contenidos específicos de cada uno de los temas desarrollados, con las referencias necesarias para su interpretación y entendimiento. Soportada con la utilización de tablas, fórmulas, gráficos, ábacos, etc. que se hayan empleado en la resolución de los ejercicios; que podrán ser utilizados en las evaluaciones parciales, en los coloquios y en las prácticas de laboratorio.

Evaluación

Las metodologías y estrategias de evaluación que se emplean, considerando los resultados de aprendizaje y los diferentes temas de las unidades desarrolladas en clases y laboratorio, son:

Tres (3) evaluaciones parciales, con recuperación de dos evaluaciones. (reprobados o ausentes)

Coloquio, de cada uno de los temas que se dictan en cada clase, en grupos abiertos conformados por estudiantes y docentes en los cuales se realiza una práctica de análisis de temas entre pares, a modo de práctica profesionalizante, considerando el conocimiento del tema y la solvencia oral para transmitir conceptos e ideas. Los criterios de evaluación son aplicados por el docente a cargo de cada tema.

También se evalúa el trabajo de laboratorio, empleando el instrumento rúbrica, sobre temas prácticos reales del ejercicio de la profesión de Ingeniero Mecánico e Ing. Electromecánico. Los temas son propuestos por la Cátedra.

Condiciones de aprobación

Condiciones para la promoción de la materia

- Asistencia a un mínimo del 80% de las clases teórico-prácticas.
- Asistencia a un mínimo del 80% de las actividades de laboratorio, realización de carpeta y aprobación del trabajo de laboratorio.
- Aprobación de los tres parciales en forma directa o en el recuperatorio.

Condiciones para la regularización de la materia.

- Asistencia a un mínimo del 80% de las clases teórico-prácticas.
- Asistencia a un mínimo del 80% de las actividades de laboratorio, realización de carpeta y aprobación del trabajo de laboratorio.
- Aprobación de dos parciales en forma directa o en el recuperatorio.

Actividades prácticas y de laboratorio

Durante el cursado de la asignatura se realizan:

- Actividades Prácticas Formativas.
- Actividades Prácticas Profesionalizantes.

Actividades Prácticas Formativas:

Este tipo de prácticas, se llevan a cabo a través de la resolución de ejercicios y problemas, durante el dictado de las clases y propuestos para resolver durante el proceso de estudio de cada estudiante. Los mismos deben aparecer, debidamente planteados y resueltos, en la carpeta individual del estudiante.

Por ejemplo, se plantea el cálculo de una relación de transmisión entre ejes que se hallan vinculados a través de diferentes mecanismos, rígidos o flexibles, según las características del mecanismo de unión que se utilice (engranes, correas, cadenas, etc.).

También se realiza un Trabajo de Laboratorio en grupos reducidos, en los Laboratorios del departamento Máquinas (Laboratorio de Ensayo de Motores y Laboratorio de Mecánica Aplicada).

Los estudiantes abordan trabajos concretos, sobre sistemas mecánicos reales en el estudio de los principales mecanismos y sus aplicaciones características:

- sistemas de suspensión;
- sistema de dirección;
- mecanismo diferencial;
- caja de velocidades de un automotor;
- sistema biela-manivela;
- distribución de un MCI, etc.,

Los trabajos se realizan empleando el equipamiento didáctico que disponen los laboratorios.

Los resultados de estos trabajos son presentados, en forma monográfica, para ser evaluados por el docente que se responsabiliza del desarrollo de los mismos.

Actividades Prácticas Profesionalizantes

- Coloquios por tema o Coloquio Integrador.

Se realizan reuniones que simulan una junta entre profesionales de la ingeniería, para tratar temas de la asignatura. Durante éstas, un grupo de estudiantes discute el tema de clase y cada uno de ellos explica,

argumenta, describe o informa, en forma oral y con la ayuda de la carpeta que el propio estudiante elaboró.

Estas prácticas se realizan con un cierto número de temas que en la planificación de la cursada se determina.

La práctica profesionalizante, en el caso de ser por tema, es evaluada por el docente que lo dicta, en horarios de consulta, y en el caso del Coloquio Integrador, es evaluada por un docente de la cátedra y se tratan todos los temas de la asignatura, en una sola fecha, al final de la cursada.

Cada estudiante puede elegir entre hacer los coloquios por temas, en horario de consulta con el docente que dictó ese tema, o en forma Integradora, en la fecha y con el docente que se determine ad hoc.

Toda la práctica persigue el objetivo de desarrollar habilidades, en los estudiantes, que le serán útiles a la hora de ejercer la profesión de ingeniero.

Se incluyen las habilidades lingüísticas, orales y escritas, necesarias para: pensar, redactar, describir, argumentar, razonar, explicar, fundamentar, convencer, ordenar, comprender o relacionar conceptos o procesos.

Competencias y resultados de aprendizaje

Competencias Genéricas

Competencias genéricas	Resultados de aprendizaje
CG 1 Competencia para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.	RA1.- Identificar problemas en productos y procedimientos de ingeniería, en diferentes situaciones. RA2 – Analizar problemáticas de ingeniería, en diferentes aplicaciones, según su utilización. RA3.- Proponer diferentes procedimientos, metodologías y elementos para avanzar en la solución de problemas de ingeniería.

<p>CG 2. Competencia para concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos).</p>	<p>RA4 – Mostrar habilidades lingüísticas, orales y escritas para: interpretar, redactar, explicar, definir, formular hipótesis, afirmar y sintetizar en temáticas problemáticas.</p> <p>RA5 - Aplicar con solvencia los fundamentos de la ingeniería para predecir fallas y determinar procedimientos y mecanismos durables y confiables.</p>
<p>CG 4. Competencia para utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de la ingeniería</p>	<p>RA6.- Aplicar los conocimientos y experiencia que las normas y otros sistemas de calidad, seguridad e higiene, ponen a disposición de la ingeniería.</p> <p>RA7 – Interpretar normas específicas, para redactar instructivos y procedimientos, definiendo sistemas de calidad.</p>

Competencias Específicas

Competencia Específica	Resultados de aprendizaje
<p>CE1.22 (IM)- CE1.2.8 (IEM) Aplicar los fundamentos de cinemática en el campo de los movimientos de los órganos de máquinas, para determinar los movimientos, las fuerzas y el dimensionamiento de los distintos elementos.</p>	<p>RA1.- Identificar tipos de movimientos con fundamento cinemático según los grados de libertad de barras, eslabones y juntas en una cadena cinemática.</p> <p>RA2.- Elaborar cadenas cinemáticas que sirven como modelo para el diseño de diferentes mecanismos que constituyen una máquina.</p>
<p>CE1.23 (IM)- CE1.2.9 (IEM) Seleccionar mecanismos y</p>	

elementos de máquinas, en el campo de los movimientos de los órganos y máquinas, en el diseño y proyectos de elementos, equipos y máquinas.

RA3.- Seleccionar mecanismos y elementos de máquinas de acuerdo a características y especificaciones técnicas requeridas.

RA4.- Explicar fundamentos de la física que justifican un determinado diseño mecánico de acuerdo con la normativa vigente que aplica en cada caso analizado.

Bibliografía

Diseño en Ingeniería Mecánica. 5° edición. Joseph Edward Shigley y Charles R. Mischke. McGraw-Hill. México, 1996.

Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley. Novena edición. Richard G. Budynas y J. Keith Nisbett. McGraw-Hill. ISBN 978-607-15-0771-6. México D. F. 2012.

Diseño de Maquinaria, síntesis y análisis de máquinas y mecanismos. Cuarta edición. Robert L. Norton. McGraw-Hill. ISBN: 978-970-10-6884-7. México, 2009.

Teoría de Máquinas y Mecanismos. Joseph Edward Shigley y John Joseph Uicker Jr. Traducción: Ing. Hortensia C. de Contin (Universidad de Berkeley). McGraw-Hill, México, Buenos Aires, Caracas, Guatemala, Lisboa, Madrid, Nueva York, Panamá, San Juan, Santa Fe de Bogotá, Santiago, Sao Paulo, Auckland, Hamburgo, Londres, Milán, Montreal, Nueva Delhi, París, San Francisco, Singapur, St. Louis, Sidney, Tokio, Toronto. Esta obra se terminó de imprimir en septiembre de 1995, en Litográfica Ingramex. México D. F. 1995.

Manual Universal de la Técnica Mecánica, para el taller y la oficina técnica. Erik Oberg y F. D. Jones. Editorial Labor S. A. Barcelona, Madrid, Buenos Aires, Bogotá, Caracas, Lisboa, Quinto, Río de Janeiro, México, Montevideo. 1979.

Manual del Constructor de Máquinas, tomo I. H. Dubbel. Editorial Labor S. A. 5° edición. Barcelona, Madrid, Buenos Aires, Bogotá, Caracas, Lisboa, Quinto, Río de Janeiro, México, Montevideo. 1977.

Manual del Constructor de Máquinas, tomo II. H. Dubbel. Editorial Labor S. A. 5° edición. Barcelona, Madrid, Buenos Aires, Bogotá, Caracas, Lisboa, Quinto, Río de Janeiro, México, Montevideo. 1977.

Elementos de máquinas. Métodos modernos de cálculo y diseño. Héctor N. Cosme. Buenos Aires, Ediciones Marymar. 1977.

Diseño de Elementos de Máquinas. Virgil Moring Faires. Cuarta edición.

Elementos de Máquinas. V. Dobrovolski, S. Mak, L. Erlikh, K. Zablonki y A. Radtckik. Ediciones Mir. Rusia. 1974.

Tratado teórico práctico de Elementos de Máquinas. Cálculo, diseño y construcción, Dr. Ing. G. Niemann. Editorial Labor S. A. Barcelona, Madrid, Buenos Aires, Río de Janeiro, México, Bogotá, Montevideo, Caracas, Lisboa, Quito. 1973.

Libro auxiliar del técnico mecánico. Klingelnberg. Editorial Labor S. A. Barcelona, Madrid, Buenos Aires, Río de Janeiro, México, Bogotá, Montevideo, Caracas, Lisboa, Quito. 1968.

Construcción de Elementos de Máquinas. Dexter S, Kimball y John H. Barr. México: Unión Tipográfica Editorial Hispano-Americana, 1947.