

**EXTENSIÓN AÚLICA BARILOCHE**

**CARRERA:** INGENIERÍA MECÁNICA

**PROGRAMA ANALÍTICO DE LA ASIGNATURA:**

ELEMENTOS DE MÁQUINAS

**Año Académico:** 2017

**Área:** Tecnologías aplicadas

**Bloque:** Integradora

**Nivel:** 4° Año.

**Tipo:** Cuatrimestral

**Modalidad:** Anual

**Carga Horaria total:** 120 Hs Reloj

**FUNDAMENTACIÓN**

La materia es integradora del cuarto nivel y tiene fundamental importancia dentro de la estructura de la carrera. Los conocimientos aplicados en la misma se basan en los adquiridos en otras asignaturas de las tecnologías básicas como: Estabilidad I, II, Mecánica Racional Y Materiales Metálicos. La interacción de dichas asignaturas con Elementos de Máquinas permite al alumno alcanzar los conocimientos básicos para el cálculo y diseño de las piezas que constituyen una máquina o aparato.

El propósito de la materia es que los alumnos puedan comprender los conceptos básicos del diseño de elementos de máquinas, incluyendo el proceso de diseño, la prevención de fallas bajo carga estática y variable, la mecánica de materiales, el dimensionamiento y la selección de piezas mecánicas estándar, así como también las características de los principales tipos de elementos mecánicos.

**OBJETIVOS**



### **Objetivos generales:**

- Comprender y analizar los criterios básicos de diseño en ingeniería mecánica.
- Comprender y analizar los conceptos, procedimientos, datos y técnicas de análisis de decisiones necesarios para diseñar los elementos de máquinas que se encuentran con frecuencia en los dispositivos y sistemas mecánicos.
- Comprender y analizar necesidades prácticas para evaluar la utilización y elección de los materiales de un aparato o máquina.
- Búsqueda de soluciones a las situaciones problemáticas
- Utilizar distintas herramientas informáticas para la resolución de problemas abiertos de diseño propuestos en clase.
- Potenciar aptitud para el trabajo y discusión en equipo.
- Búsqueda de información bibliográfica para encarar problemas diversa complejidad.
- Potenciar la aptitud de capacidad de síntesis y de análisis
- Aplicación de conceptos básicos de cinemática y mecánica para el diseño de los distintos elementos de máquinas
- Incorporar estrategias para abordar las diferentes situaciones en la selección de los elementos, aparatos y/o máquinas que se utilizan en la Ing. Mecánica.-
- Integrar conceptos y capacidades adquiridas en otras asignaturas precedentes y las mismas asignaturas que coexisten en el mismo año.

### **Objetivos específicos:**

- Calcular y/o dimensionar componentes de máquinas.
- Seleccionar componentes de acuerdo con catálogos de fabricantes.
- Conocer el correcto funcionamiento de los distintos elementos.
- Verificar el comportamiento de los elementos de acuerdo con parámetros de aceptación.
- Conocer el montaje y desmontaje de los distintos componentes.

### **CONTENIDOS MÍNIMOS**

Cálculo de órganos de máquinas: Tensiones y deformaciones en órganos de máquinas. Dimensionado de piezas por fatiga. Dimensionado de piezas por impacto. Dimensionado de uniones desmontables: enchavetadas y atornilladas. Dimensionado de uniones fijas: soldadas y pegadas. Dimensionado de resortes helicoidales y de ballesta. Cálculo de elementos de



transmisión: Árboles y ejes de transmisión. Cojinetes de deslizamiento y de rodamiento. Teoría de la lubricación. Transmisión por correas y por cadenas. Transmisión por engranajes. Trenes de engranajes: reductores, planetarios y diferenciales. Acoplamientos. Frenos y embragues. Dimensionado de levas. Dimensionado de volantes. Mecanismos articulados.

## **CONTENIDOS ANALÍTICOS**

### **Unidad 1. TENSIONES Y DEFORMACIONES**

Naturaleza de las fuerzas y esfuerzos que actúan en los órganos de máquinas. Fases e interacciones del proceso de diseño. Factor de diseño y factor de seguridad. Tensiones Principales e inducidas. Tipos de esfuerzos: axial, flexión, cortante directo y por flexión, torsión. Estado combinado de tensiones. Concepto de resistencia.

Fallas resultantes de carga estática. Concentración de esfuerzos. Teorías de falla para materiales dúctiles: Máxima tensión de corte, Máxima energía de la distorsión, Teoría de Mohr-Coulomb para materiales dúctiles. Esfuerzos octaédricos. Teoría del esfuerzo normal máximo y de Mohr para materiales frágiles. Selección de criterios de falla

Tensiones producidas por cargas dinámicas, graduales y de impacto. Cargas aplicadas en forma súbita. Introducción a la fatiga en metales. Límite de resistencia a la fatiga y factores de modificación. Concentración de tensiones, concepto y análisis de casos usuales. Tensiones admisibles: su determinación para cargas estáticas y variables. Elección del coeficiente de seguridad.

### **Unidad 2. EJES Y ARBOLES Y EJES DE TRANSMISIÓN. COJINETES**

Árboles y ejes de transmisión. Materiales para fabricar ejes. Configuraciones. Dimensionamiento basado en las máximas tensiones y en las deformaciones. Ejes de sección variable, deformaciones por flexión y por torsión. Estimación de concentraciones de esfuerzo. Árboles huecos. Código ASME. Árboles flexotorsionados. Criterio de Goodman y Gerber. Vibraciones laterales por flexión. Velocidades críticas. Criterios de Raileight y de Dunkerley.

Componentes diversos de los ejes: cuñas y pasadores. Chavetas: longitudinales y transversales. Tipos y tensiones de cálculo. Verificación a la compresión y al corte. Anillos de retención.



### **Unidad 3. COJINETES y RODAMIENTOS. LUBRICACIÓN**

Cojinetes de deslizamiento axial y radial. Dimensionamiento basado en la Teoría Hidrodinámica de la Lubricación. Teoría de Petroff, Reynolds y Sommerfeld. Rozamiento líquido, semilíquido y seco. Equilibrio térmico de cojinetes. Método clásico. Método del módulo de lubricación.

Cojinetes de rodamientos: axiales y radiales. Materiales utilizados. Carga radial equivalente, capacidad de carga estática y dinámica. Velocidades permisibles y lubricación. Vida esperada. Selección tabular de rodamientos.

### **Unidad 4. TRANSMISIÓN DE ENERGIA MEDIANTE ENGRANAJES**

Superficies primitivas: determinación. Superficies conjugadas. Teorema fundamental del engrane. Línea y duración de engrane. Recta de acción, ángulo de presión. Perfiles conjugados más utilizados: curvas cicloidales y a evolvente de círculo. Características y propiedades geométricas y cinemáticas de dichas curvas. Comparación entre ambas curvas. Función evolvente: su estudio geométrico y aplicaciones. Nomenclatura. Acción conjugada. Propiedades de la involuta. Relación de contacto e interferencia. Formación de dientes de engranes.

### **Unidad 5. CALCULO DE ENGRANAJES**

Tipos de engranajes: rectos, helicoidales, cónicos (rectos, en espiral, hipoidales), tornillo sin fin. Análisis de fuerzas en engranajes. Fórmulas de Lewis y Buckingham. Determinación del módulo. Rendimiento de la transmisión.. Calculo bajo norma AGMA de engranajes rectos, helicoidales, cónicos (rectos y en espiral), hipoidales y de tornillo sin fin. Fabricación de engranajes. Mecanismos de engranajes: Trenes ordinarios. Trenes multiplicadores y reductores. Ruedas parásitas. Relación de transmisión. Trenes coaxiales. Trenes planetarios y diferenciales.

### **Unidad 6. RESORTES Y VOLANTES DE INERCIA**



Resortes helicoidales de tracción y compresión. Determinación de tensiones y deformaciones para cargas estáticas y de fatiga. Secciones de alambres circulares y otras. Factor de corrección debido a curvatura y tensiones de corte. Factor de Wahl. Materiales diversos y distintos tratamientos. Elásticos de ballestas. Paquetes semielípticos. Estado de tensión en hojas completas y graduadas. Distintos materiales. Dimensionamiento.

Volantes de inercia: Factor de inercia y grado de irregularidad. Cálculo de la masa de un volante mediante diagramas de trabajo. Cálculo de volantes para punzonadoras y balancines. Tensiones en un anillo giratorio. Cálculo de la llanta y los brazos de un volante.

#### **Unidad 6. DISEÑO DE UNIONES PERMANENTES y NO PERMANENTES**

Uniones fijas. Soldaduras. Descripción de los procedimientos más comunes. Clasificación de los materiales y forma de las uniones. Soldadura por resistencia. Tensiones admisibles. Factores que intervienen. Esfuerzos en uniones soldadas sujetas a torsión y a flexión. Resistencia de las uniones soldadas. Cálculo de soldaduras sometidas a tensiones simples y compuestas. Casos con cargas variables.

Cálculo de recipientes cilíndricos soldados. Normas más utilizadas. Partes comunes: cunas, polleras, patas, acometidas, bocas de hombre e inspección.

Uniones atornilladas: Normas y definiciones de roscas. Rigidez del sujetador y de la junta. Constante adimensional de rigidez y diagrama de precarga. Tensiones y deformaciones en tornillos y elementos. Uniones a tensión: la carga externa. Cargas estáticas y de fatiga. Uniones con pernos cargadas en cortante.

#### **Unidad 7. TRANSMISIÓN DE POTENCIA POR ROZAMIENTO y ACOPLAMIENTOS**

Transmisiones por correas. Teorema de Prony. Correas planas, trapezoidales y dentadas. Selección tabular de un mando de correas trapezoidales. Ruedas de fricción. Análisis estático de embragues y frenos. Embragues y frenos de tambor de expansión interna, de contracción interna y de banda. Frenos de disco. Embragues y frenos cónicos. Cadenas articuladas, silenciosas y de rodillos. Acoplamiento: tipos y sus aplicaciones. Dimensionamiento.

## Unidad 8. MECANISMOS ARTICULADOS y LEVAS

Fundamentos de cinemática. Análisis de trayectoria, velocidad y aceleración. Grados de libertad. Condición de Grashof. Mecanismos de 4 barras. Mecanismos desmodrónimos. Estudio del mecanismo de biela-manivela y biela-manivela invertida.

Levas: Clasificación. Tipos de seguidores, de cierre y de movimientos. Diseños especiales. Nomenclatura. Diagramas de desplazamientos, velocidades, aceleraciones y pulsos. Tipos de cierre. Curvas de uso más frecuente: circulares, polinómicas, espirales y cicloidalas. Determinación de los trazados para los distintos tipos de seguidores.

Fundamentos de dinámica de mecanismos. Análisis de fuerzas estáticas, de inercia y de aceleración. Sistemas dinámicamente equivalentes. Balanceo estático y dinámico.

### DISTRIBUCIÓN DE CARGA HORARIA ENTRE ACTIVIDADES TEÓRICAS Y PRÁCTICAS

Tipo de actividad	Carga horaria total en hs. reloj
Formación Teórica	98
Formación Práctica	22
Resolución de problemas	10
Proyectos y diseño	12

### ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

#### a) Modalidades de enseñanza empleadas según tipo de actividad (teórica-práctica)

En el desarrollo de la actividad el docente utiliza el régimen coloquial, poniendo énfasis en la formación metodológica con el fin de brindar conocimiento formativo básico y tecnológico aplicado, para posibilitar al cursante asimilación eficaz de conocimientos y para comprender los procesos asociados de la producción e integrar el desarrollo actual de la ingeniería, así como también las tendencias y vías de desarrollo posibles.



El conocimiento informativo y especializado se transmite a nivel complementario con el fin de ejemplificar las aplicaciones. La teoría y los ejercicios de aplicación se desarrollan en clases, donde el docente promueve la participación del alumnado.

En base a lo explicitado las clases teóricas son de tipo participativas, donde el docente permite la intervención del alumno elaborando conclusiones, promoviendo la ejercitación, el trabajo grupal y la discusión de las experiencias laborales. Dichas clases son complementadas con ejercitación permanente, aplicando los conocimientos y habilidades adquiridos, generando de esta forma interrogantes que los alumnos evalúan y desarrollan en post de las posibles soluciones.

La asignatura está planteada bajo la modalidad áulica, con una parte expositiva y otra parte de actividades prácticas con un trabajo práctico grupal especial, de duración anual, con carácter de proyecto de ingeniería, integrando los conocimientos adquiridos en la materia y enfocado a la mejora de las capacidades de comprensión del futuro ingeniero mecánico. El trabajo integra el diseño de los elementos de máquinas más comunes y es principalmente por este motivo que los temas no se desarrollan según su aparición en el programa, sino que se dictan los temas necesarios para que los alumnos lo puedan completar, dejando los temas no incluidos en el mismo para los últimos meses de dictado de la materia.

**b) Recursos didácticos para el desarrollo de las distintas actividades (guías, esquemas, lecturas previas, computadoras, software, otros)**

A los elementos tradicionales, de la pizarra y el marcador, se le agrega la posibilidad de la utilización de una PC y proyector para el dictado de determinados temas. Además, el docente entregará materiales como: cuadros, gráficos, tablas y figuras, las cuales deberán ser incluidas en la carpeta como material de consulta.

El alumno podrá profundizar los temas dictados en la materia a través de la consulta de la bibliografía sugerida por la cátedra.

**MODALIDAD DE EVALUACIÓN**

Durante la cursada se realizarán dos parciales, que incluyan los temas tratados en el primer y segundo semestre respectivamente. Además, se les solicitará a los alumnos la entrega de algunos

ejercicios contenidos en la práctica (seleccionados por el docente), resueltos en forma escrita para su corrección.

De acuerdo a lo expresado en el ítem anterior, los alumnos realizarán dos prácticas integradoras grupales (de 2 o 3 alumnos). Dichas prácticas debe ser entregada para su corrección el último día de clases, y su aprobación será condición para regularizar la cursada de la materia. Durante el año el docente insistirá en el avance de las prácticas, dejando tiempo de clase para consultas sobre la misma.

### **REQUISITOS DE REGULARIDAD Y PROMOCIÓN DE LA ASIGNATURA**

#### **Para la regularización de la asignatura y acceder al examen final:**

- Tener el presentismo mínimo para cumplir con la condición de alumno regular (75%).
- Aprobación de 2 parciales con 6 (seis) o mayor nota (se contará con 2 instancias de recuperación por parcial).
- Aprobación de los Trabajos Prácticos.

#### **Para la promoción de la asignatura:**

- Tener un presentismo mínimo del 75%
- Aprobación de 2 parciales con 8(ocho) o mayor nota cada uno. Se contará con 1 instancia de recuperación para uno solo de los parciales a elección del alumno, en una sola fecha establecida por la cátedra antes del segundo parcial).
- Aprobación de los Trabajos Prácticos

#### **NOTAS:**

- ✓ El ausente en cualquiera de los 2 parciales se considerará como si tuviera un aplazo tanto para la regularización como para la promoción de la asignatura.
- ✓ Cuando se recupere un parcial, la cátedra decidirá si la nota del recuperatorio podrá reemplazar o no a la nota del parcial que se recupere (sea la calificación del recuperatorio menor, mayor o igual a la obtenida en el parcial a recuperar para poder acceder a la promoción).



## **ARTICULACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL CON OTRAS MATERIAS**

Según las pautas establecidas por la CONEAU, en su Ordenanza 1232/01, se pone de manifiesto con profunda particularidad, la importancia de la articulación de todas las asignaturas de la carrera de Ingeniería Mecánica, ya sea en su faz horizontal como así también en la vertical, por cierto un desafío complejo pero con implicancias relevantes para la formación del futuro Ingeniero Mecánico.

En cuanto a Elementos de Máquinas, dicho desafío se cumple, articulándose con todas las asignaturas del primer y segundo año de la carrera. Por medio de las mismas los alumnos aplican los conocimientos para el planteo matemático, físico o de diseño que conforman los aspectos de análisis y metodologías básicas de resolución de problemas y toma de decisiones en Ingeniería.

Por sus contenidos diversos, sus aspectos metodológicos de análisis y su introducción a la ingeniería por medio del diseño, Elementos de Máquinas es una materia formativa del alumno y proveedora de insumos esenciales para las demás asignaturas de niveles superiores, que logra articular perfectamente las distintas disciplinas de la especialidad, existiendo una integración horizontal y vertical con las demás asignaturas que constituyen el diseño curricular de la Carrera.

### **Bibliografía obligatoria.**

Mott, Robert (2006) "Diseño De Elementos De Maquinas"

Shigley - Diseño en ingeniería mecánica

Norton (2011) "Diseño de máquinas" Ed. Prentice Hall

Shigley-Mischke (2007) "Diseño en Ingeniería Mecánica" Editorial Mc Graw Hill

### **Bibliografía complementaria**

Balachandran, Magrab (2008) "Vibraciones". Ed. Cengage Learning

Ballester (2001) - Resistencia de Materiales (Problemas resueltos) - Alfaomega

Budynas/Nisbett (2008) - Shigley's Mechanical Engineering Desing - 8v. Ed. - Mc Graw Hill

Frene, D. Nicolas, Elseiver (2000) "Hydrodynamic Lubrication: Bearings and Thrust Bearings"



Gere (2002) - Mecánica de Materiales - 5ta. Ed. - Thomson Learning

Houldcroft – “Tecnología de los procesos de soldadura” Grupo Planeta (GBS)

Howard B. Cary (2005) Modern Welding Technology (3th Edition) - Prentice Hall

Slater (2011) “Mechanisms and Mechanical Devices Sourcebook” 5th Edition -

Lung-Wen Tsai (2000) Mechanism Design: Enumeration of Kinematic Structures According to

Pitel, Singer (2009) “Resistencia de Materiales” Alfaomega

Uicker, Pennock, Shigley (2003) Theory of Machines and Mechanisms. 3th Edition

Welding Handbook Volume 1 – Welding Science &. 8th Edition

Welding Handbook (AWS). Volume 2: Welding Processes, 8th Edition