



Ministerio de Cultura y Educación
Universidad Nacional de San Luis
Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias
Departamento: Ingeniería
Area: Mecánica

(Programa del año 2020)

I - Oferta Académica

| Materia | Carrera | Plan | Año | Período |
|------------------------------------|----------------------|----------------------------------|------------|-----------------|
| Mecanismos y Elementos de Máquinas | ING.ELECTROMECAÁNICA | Ord.2 0/12- 16/15 21/12 | 2020 | 1° cuatrimestre |
| Mecanismos y Elementos de Máquinas | ING.INDUSTRIAL | -18/1 5 022/1 | 2020 | 1° cuatrimestre |
| Mecanismos y Elementos de Máquinas | ING. MECATRÓNICA | 2-Mo d21/1 5 | 2020 | 1° cuatrimestre |

II - Equipo Docente

| Docente | Función | Cargo | Dedicación |
|-------------------------|----------------------|--------------|-------------------|
| VERDUR, GUSTAVO ALBERTO | Prof. Responsable | P.Adj Exc | 40 Hs |
| GUAYCOCHEA, RONIO | Prof. Colaborador | P.Adj Exc | 40 Hs |
| RODRIGO, RAMIRO | Auxiliar de Práctico | A.1ra Semi | 20 Hs |

III - Características del Curso

| Credito Horario Semanal | | | | |
|--------------------------------|-----------------|--------------------------|--|--------------|
| Teórico/Práctico | Teóricas | Prácticas de Aula | Práct. de lab/ camp/ Resid/ PIP, etc. | Total |
| 40 Hs | 25 Hs | 30 Hs | 10 Hs | 14 Hs |

| Tipificación | Periodo |
|--|-----------------|
| A - Teoría con prácticas de aula y campo | 1° Cuatrimestre |

| Duración | | | |
|-----------------|--------------|----------------------------|--------------------------|
| Desde | Hasta | Cantidad de Semanas | Cantidad de Horas |
| 01/03/2020 | 19/06/2020 | 15 | 75 |

IV - Fundamentación

La necesidad de dotar al estudiante de ingeniería de una amplia base matemática y científica provoca que durante los primeros semestres de la carrera se limite su capacidad creadora, ya que para acreditar las materias que cursa tiene que seguir modelos de análisis ya establecidos y reconocidos como válidos, lo que lo induce a una actitud pasiva que poco beneficia a la larga su trabajo original y creativo; muchos alumnos, originalmente entusiasmados por el trabajo de campo del ingeniero, pierden ánimo ante el panorama inicial de su carrera, y su habilidad creadora yace inerte por largo tiempo, a menos que se les aliente y la ejerciten.

Otros toman estas materias como la meta de la ingeniería y se pierden en estudios más propios de una formación científica

queingeniería. Han perdido la visión y confunden las herramientas de la ingeniera con sus fines.

El objeto de la ingeniera es proveer a la sociedad de los requisitos que la civilización contemporánea exige; es el camino por el que los recursos naturales se transforman en satisfactores sociales. A la ingeniería no le concierne el análisis de los fenómenos naturales y el establecimiento de modelos matemáticos para los mismos, lo cual es labor de la ciencia pura, sino su aplicación en la consecución de una meta definida, sea esta una máquina, un dispositivo eléctrico o electrónico, una carretera o cualquier otro bien.

El mecanismo por el cual una necesidad se convierte en una solución real y funcional se conoce como diseño. En otras palabras, el diseño es la formulación de un plan, método o esquema para transformar una necesidad en un dispositivo capaz de satisfacerla de la mejor forma posible. Desde este punto de vista, el objetivo de la formación que recibe un estudiante de ingeniería es capacitarlo para el diseño.

La capacidad del ingeniero para el diseño es vital, y dentro de ello, el estudio del diseño de los elementos de maquinas, visto desde su perspectiva mas realista resulta en un excelente medio para acrecentar esa capacidad, que será la base fundamental para poder abordar posteriormente materias como Mecánica I ó Máquinas Térmicas, Mecánica II ó Máquinas Hidráulicas y Diseño de Maquinaria.

V - Objetivos / Resultados de Aprendizaje

- Capacitar al estudiante para calcular, diseñar y seleccionar mecanismos y elementos de máquinas.
- Proporcionar al alumno una preparación suficiente para que pueda realizar sin mucho esfuerzo el estudio metódico y el cálculo y diseño de otros elementos de máquinas no incluidos en el programa.
- Habituarse al estudiante a la búsqueda de datos y de la información necesaria para el diseño de elementos de máquinas en la forma y condiciones en que se presenta este tipo de problemas en la práctica de la ingeniería, así como tomar decisiones sobre los elementos a utilizar y la elección de los materiales, coeficientes, relaciones dimensionales, etc.

VI - Contenidos

BOLILLA No. 1: Criterios de diseño de los elementos de máquinas.

Tensiones debidas a variaciones de temperatura. Tensión producida por choque, Hipótesis de rotura. Tensiones de trabajo y tensiones admisibles. Coeficiente de seguridad. Cargas variables y límite de fatiga. Diagrama de Smith y de Goodman; otros criterios. Resistencia a la fatiga para distintas tensiones. Concentración de tensiones. Método de Soderberg aplicado a los materiales dúctiles para cargas axiales, flexión simple, torsión simple y flexotorsión.

Aplicación de los criterios de Soderberg y de Goodman a los materiales frágiles. Resistencia a la fatiga para duración limitada.

BOLILLA No. 2: Teoría de la transmisión de Potencia mediante engranajes. Definiciones y clasificación. Ley fundamental del engrane. Línea de engrane. Ruedas armónicas. Forma de los flancos. Cicloide, Epicycloide, Hipocicloide, Evolvente de círculo.

BOLILLA No. 3: Engranajes para ejes Paralelos. Ruedas frontales de dientes rectos. Designaciones y proporciones normales. Dentado cicloidal: trazado y características; ruedas armónicas; ventajas e inconvenientes. Dentado de evolvente: trazado y característica; longitud del segmento de engrane; insensibilidad respecto de la variación de la distancia entre centros; cremallera; dentado

interior. Métodos de fabricación; fresas de disco, generación por cremallera; fresa generatriz; método Fellows; otros métodos. Interferencia y numero de dientes límite. Dentados corregidos: sin variación de la distancia entre centros; con desplazamiento del perfil, Dentado de perfil compuesto. Materiales empleados para la construcción de engranajes. Ruedas frontales de dientes helicoidales; Distribución de fuerzas; ventajas e inconvenientes.

BOLILLA No. 4: Dimensionado de engranajes de dientes rectos y helicoidales

Cálculo de engranajes cilíndricos de dientes rectos. Cálculo a la flexión por el método de Lewis-Barth. Cálculo a la flexión por el método de Buckingham; efectos dinámicos debidos a los errores de trazado; concentración de tensiones. Verificación de la resistencia al desgaste. Ancho del diente. Dimensiones de las ruedas. Cálculo de engranajes de dientes helicoidales.

BOLILLA No. 5: Engranajes para ejes no paralelos y concurrentes.

Ruedas cónicas; características; superficies primitivas; aproximación de Tredgold; distribución de fuerzas. Cálculo de los dientes.

BOLILLA No. 6: Engranajes para ejes no paralelos y no concurrentes.

Ruedas cilíndricas de dientes helicoidales; descripción; relación de transmisión; selección de los ángulos de los dientes; empujes; rendimiento. Tornillo sinfín y rueda helicoidal; descripción; relación de transmisión. Selección y usos.

Reversibilidad. Rendimiento. Diferentes tipos de ruedas y tornillos. Análisis de esfuerzos. Reacciones en los apoyos.

Cálculo. Capacidad térmica de la caja.

BOLILLA N° 7: Ejes y Árboles

Descripción. Cargas. Cálculo de la sección en base a la resistencia para materiales dúctiles; caso general; flexión pura; torsión pura. Deformaciones por flexión y torsión, Vibraciones laterales; velocidad crítica. Gorriones. Gorriones extremos cilíndricos; resistencia mecánica y presión específica; disipación del calor; limitación del desplazamiento axial. Gorriones extremos esféricos. Gorriones intermedios. Gorriones axiales. Gorriones de anillos.

BOLILLA No. 8: Uniones.

Tipos de uniones. Uniones fijas; soldaduras; diferentes métodos. Soldabilidad de los metales. Tipos de empalmes con cordones de soldadura. Construcciones soldadas. Cálculo de uniones soldadas. Uniones desmontables. Chavetas longitudinales y transversales. Espigas y pasaderas.

BOLILLA No. 9: Tornillos Generación Tipos de roscas. Transmisión de esfuerzos. Rendimiento. Tornillo de unión.

Solicitaciones en las uniones roscadas. Uniones sometidas a esfuerzos normales sin y con carga previa. Uniones sometidas a esfuerzos tangenciales.

Uniones con esfuerzos de flexión en el tornillo. Uniones con cargas de impacto. Cálculo de los tornillos de unión.

Tornillos de movimiento. Condición de irreversibilidad. Cálculo.

BOLILLA No. 10: Lubricación y cojinetes de deslizamiento.

Regímenes de rozamiento. Lubricación. Propiedades de los lubricantes. Aceites y grasas. Viscosidad. Ley de Newton.

Teoría de Petroff. Teoría y ecuación de Reynolds. Soluciones de la ecuación de Reynolds. Cálculo de cojinetes; método de la línea operativa. Caudal de aceite, por película, de ranura, hidrodinámica, total. Pérdida de potencia.

Temperatura operativa. Temperatura máxima de la película de aceite. Estudio del funcionamiento y cálculo de cojinetes cilíndricos partidos.

BOLILLA No. 11: Rodamientos

Clasificación. Tensiones producidas por el contacto entre cuerpos elásticos. Capacidad de carga de una bolilla.

Distribución de la carga en los rodamientos. Capacidad de carga, capacidad dinámica y duración del rodamiento.

Relación entre la capacidad de carga y la velocidad de rotación. Carga equivalente Carga variable. Capacidad de carga estática. Par de rozamiento. Selección de rodamientos. Lubricación. Formas de montaje.

BOLILLA No. 12: Transmisiones por fricción.

Fundamentos de las transmisiones por fricción. Fuerza de cierre. Transmisión entre ejes paralelos y entre ejes concurrentes. Ruedas de fricción: cálculo de la transmisión con ruedas metálicas y con ruedas no metálicas.

Transmisiones por correas planas. Tensiones; influencia de la velocidad. Condiciones de servicio. Longitud de la correa abierta y cruzada. Arco de contacto. Transmisiones con pequeña distancia entre ejes. Orden de cálculo.

Transmisiones por correas planas de tela, de tela y goma, de balata, de acero, orden de cálculo. Características de las poleas. Transmisiones por correas planas compuestas, de poliamida y de poliéster. Transmisiones por correas trapeciales. Transmisiones con una polea, ranurada y otra lisa.

BOLILLA No. 13: Resortes.

Resortes helicoidales de compresión de sección circular. Tensiones. Coeficiente y fórmula de Wahl. Deformaciones.

Energía absorbida. Longitudes libre y de cierre. Pandeo. Materiales empleados. Cálculo estático para materiales dúctiles.

Tensiones variables. Líneas de Wahl y de cálculo. Coeficiente de seguridad. Oscilaciones y resonancia.

Resortes de compresión de secciones rectangular y cuadrada. Resortes de tracción. Resortes de torsión. Resortes Belleville. Resortes planos y ballestas. Resortes de goma.

BOLILLA No. 14: Levas.

Tipos de levas y de seguidores. Definiciones. Movimiento del seguidor. Estudio de las curvas básicas: aceleración constante; movimiento armónico simple; desplazamiento cicloidal. Función desplazamiento para mecanismos de alta velocidad; Angulo de presión; valor máximo. Curvatura del perfil de la leva; interferencias. Seguidor plano.

Determinación del perfil de la leva. Dinámica de los sistemas de levas de alta velocidad.

BOLILLA No. 15: Cadenas y ruedas dentadas. Mecanismo biela-manivela.

Transmisiones por cadena y ruedas dentadas. Tipos de cadenas. Ruedas. Cálculo de cadenas de transmisión.

Lubricación. Longitud. Cadenas transportadoras. Mecanismo biela-manivela; objeto y tipos. Mecanismo

centrado; consideraciones fundamentales; desplazamiento del émbolo. Relación entre las velocidades, entre las aceleraciones y entre las fuerzas. Mecanismos especiales de biela y manivela. Manivelas frontales; cálculo. Cigüeñales y su cálculo.

Bielas; formas de las cabezas; cálculo de la caña y de las cabezas. Crucetas; elementos componentes.

BOLILLA No. 16: Acoplamientos, embragues y frenos.

Acoplamientos rígidos y flexibles. Acoplamiento cardánico. Embragues de discos y cónicos. Frenos de cinta, de zapatas y de discos.

BOLILLAS DE LABORATORIO DE SIMULACION

BOLILLA 17: Introducción a la Simulación Dinámica. Breve reseña histórica. Evolución de los recursos

computacionales.

Incidencia en la solución de problemas de ingeniería. Sistemas CAD. Sistemas FEA. Sistemas CFD. Sistemas de simulación dinámica. Generalidades. Estructura básica. Metodología operativa.

BOLILLA 18: Analisis de cinematismos planos y Simulación Dinámica en Working Model 2D: Introducción al programa Working Model 2D. Configuración de inicio. Comandos de diseño. Comandos de edición. Comandos de visualización. Introducción de datos. Introducción de datos mediante formulas. Inserción de cursores de control. Prevalidación de datos. Utilización de elementos básicos preconfigurados. Importación de modelos desde programas CAD. Carga de propiedades-. Comportamiento en distintas condiciones. Interpretación y evaluación de errores. Simulación e interpretación de resultados. Análisis cinemático. Análisis dinámico. Selección y configuración de curvas de salida. Animación de resultados. Generación de videos.

VII - Plan de Trabajos Prácticos

1. Dimensionamiento de piezas sencillas sometidas a cargas estáticas de tracción , compresión, flexión, torsión y pandeo.
2. Cálculo de piezas simples sometidas a cargas de impacto y piezas entalladas soportando cargas fluctuantes.
3. Cálculo y dimensionamiento de engranajes de dientes rectos y de dientes helicoidales.
4. Cálculo de engranajes de dientes cónicos.
5. Cálculo de tornillo sinfín y rueda helicoidal.
6. Cálculo de un árbol mixto sometido a cargas variables, determinando secciones, deformaciones y velocidad crítica.
7. Diseño de uniones soldadas y abulonadas.
8. Diseño de cojinetes de fricción para funcionamiento en régimen hidrodinámico.
9. Selección de rodamientos y diseño de su alojamiento.
10. Diseño de transmisiones por correas y poleas.
11. Cálculo de resortes.
12. PROYECTO 1 (tema variable)
13. PROYECTO 2 (tema variable)
14. PROYECTO SIMULACION DINAMICA

VIII - Regimen de Aprobación

-Régimen de regularización:

-Asistir a no menos del 80% de las clases teórico-prácticas

-Tener aprobada y regularizada las correlativas precedentes del plan de estudios

-Aprobar dos (2) parciales teórico-prácticos con una calificación no menor de cinco (5)

-Aprobar el 100% de los trabajos prácticos

-Presentar una carpeta de trabajos prácticos con dos (2) proyectos de mecanismos suministrados por la cátedra y que se harán en el transcurso curricular de la materia.

Cada parcial podrá ser recuperado una vez, solamente se considerará una instancia adicional de recuperación en los casos comprendidos por lo normado según Ordenanzas del Consejo Superior Nro. 26/97 Régimen Especial, 15/00, y el Régimen Académico 13/03, que alcanza a los alumnos que trabajan, consejeros de algún cuerpo colegiado, madres, y representantes deportivos de la Facultad.

APROBACION DE LA ASIGNATURA

a) Ser alumno regular

b) El examen final se rendirá por el último programa en vigencia al día del examen.

c) Los alumnos libres rendirán según Ordenanza C.D. 001-91 del 03/07/91.

La metodología de examen para los alumnos regulares se estructura sobre la base de un proyecto completo de un mecanismo o dispositivo, el cual se entrega con no menos de 7 días y no mas de 15 días de anticipación a la fecha de examen al alumno, y será seguido por medio clases-consultas, por el profesor responsable. El alumno deberá exponer y defender el proyecto a través de planos , esquemas y memorias de cálculo correspondientes, se examinará al alumno en base a su habilidad de resolución y desarrollo del proyecto, la argumentación de decisiones y su justificación, la preparación para responder las preguntas teóricas y prácticas que pudieran surgir en el transcurso de la exposición y la presentación.

Para el alumno libre, la metodología es similar sólo que el proyecto presenta mayor grado de dificultad, además deberá presentar la carpeta de trabajos prácticos resuelta, antes de rendir y deberá acreditar todas las correlatividades en el plan de estudios para rendir la asignatura.

IX - Bibliografía Básica

- [1] [1] [1]-Aguirre Esponda:"Diseño de elementos de máquinas". Ed. Trillas
- [2] [2] [2]- Shigley-Mitchell:"Diseño en Ingeniería Mecánica". Ed. Mc-Graw-Hill.
- [3] [3] [3]- Faïres:"Diseño de Elementos de Máquinas". Ed. Montaner y Simón.
- [4] [4] [4]- Robert L. Norton:"Diseño de Maquinaria. Ed. Mgraw-Hill
- [5] [5] [5]- M.F.Spotts & T.E. Shoup:"Elementos de maquinas. Ed. Prentice-Hall
- [6] [6] [6]- Cosme:"Elementos de máquinas". Ed. Marymar.
- [7] [7] [7]- Lauría-Falco:"Apuntes de Mecanismos". Ed. C.E.I, la Línea Recta.
- [8] [8] [8]- Lauría-Falco:"Complementos de Mecanismos". Ed. C.E.I, la Línea Recta.
- [9] [9] [9]- Lauría-Falco:"Cálculo de elementos de máquinas para diversos materiales y estados de carga". Ed. C.E.I. La Línea Recta.
- [10] [10] [10]- Diseño de elementos de máquinas - Robert L. Mott
- [11] [11] [11]-Falco:"Levas". Ed. C.E.I. la Línea Recta.

X - Bibliografía Complementaria

- [1] [1] Hütte:"Manual del ingeniero". Ed. G. Gili.
- [2] [2] Dubbel:"Manual del Constructor de Máquinas". Ed. Labor.
- [3] [3] Vallance-Doughtie:"Cálculo de Elementos de Máquinas". Ed. Alsina.
- [4] [4] Fratschner:"Elementos de Máquinas". Ed. G. Gili.
- [5] [5] Dobrovolski y otros:"Elementos de Máquinas". Ed. Mir.
- [6] [6] Niemann:"Elementos de Máquinas". Ed. Labor.
- [7] [7] Buckingham:"Analytical Mechanical of Gears". Ed. Mc Graw-Hill.
- [8] [8] Wilcock-Booser:"Bearing Design and Applications". Ed. Mc Graw- Hill.
- [9] [9] Wahl:"Mechanical Springs". Ed. J. Wiley.
- [10] [10] Palmgren:"Técnica de los rodamientos de bolas y de rodillos". Ed. Industrias S.K.F.
- [11] [11] Ham-Crane-Rogers:"Mecánica de Máquinas". Ed. Mc Graw-Hill.
- [12] [12] Timoshenko:"Resistencia de materiales".
- [13] [13] Seely-Smith:"Curso superior de resistencia de materiales".
- [14] [14] Teijeiro:"Aplicaciones de la teoría de la lubricación". Ed. C.E.I, la Línea Recta.

XI - Resumen de Objetivos

Capacitar al estudiante para calcular, diseñar y seleccionar elementos de máquinas .

- Proporcionar al alumno una preparación suficiente para que pueda realizar sin mucho esfuerzo el estudio metódico y el cálculo y diseño de otros elementos de máquinas no incluidos en el programa- Habituarse al estudiante a la búsqueda de datos y de la información necesaria para el diseño de elementos de máquinas en la forma y condiciones en que se presenta este tipo de problemas en la práctica de la ingeniería, así como tomar decisiones sobre los elementos a utilizar y la elección de los materiales, coeficientes, relaciones dimensionales, etc.

XII - Resumen del Programa

- BOLILLA No. 1: Criterios de diseño de los elementos de máquinas.
- BOLILLA No. 2: Teoría de la transmisión de Potencia mediante engranajes.
- BOLILLA No. 3: Engranajes para ejes Paralelos.
- BOLILLA No. 4: Dimensionado de engranajes de dientes rectos y helicoidales
- BOLILLA No. 5: Engranajes para ejes no paralelos y concurrentes.
- BOLILLA No. 6: Engranajes para ejes no paralelos y no concurrentes.
- BOLILLA N° 7: Ejes y Árboles
- BOLILLA No. 8: Uniones.
- BOLILLA No. 9: Tornillos
- BOLILLA No. 10: Lubricación y cojinetes de deslizamiento.
- BOLILLA No. 11: Rodamientos
- BOLILLA No. 12: Transmisiones por fricción.
- BOLILLA No. 13: Resortes.

BOLILLA No. 14: Levas.

BOLILLA No. 15: Cadenas y ruedas dentadas. Mecanismo biela-manivela.

BOLILLA No. 16: Acoplamientos, embragues y frenos.

LABORATORIO DE SIMULACION DE MECANISMOS

BOLILLA No. 17: Introducción a la Simulación Dinámica

BOLILLA No. 18: Analisis de cinematismos planos y Simulación Dinámica en Working Model 2D

XIII - Imprevistos

En el caso de presentarse imprevistos o imponderables que pudieran dificultar el dictado normal de las bolillas programadas se considera incorporar los temas faltantes dentro de los proyectos finales e incluir clases de consulta adicionales destinadas especialmente a completar los conocimientos faltantes.

Página

XIV - Otros