



## ACUSTICA Y VIBRACIONES

### PROGRAMA ANALÍTICO

PLAN DE ESTUDIOS 2005

ORDENANZA CSU. N° 1026

OBLIGATORIA

ELECTIVA

ANUAL

PRIMER CUATRIMESTRE

SEGUNDO CUATRIMESTRE

NIVEL / AÑO

HORAS CÁTEDRA SEMANALES

●
●
V
3

#### OBJETIVO GENERAL

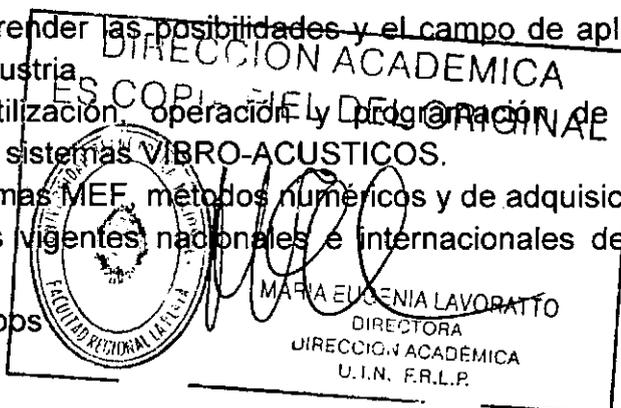
Que el alumno llegue a conocer y comprender las posibilidades y el campo de aplicación de los sistemas VIBRO-ACUSTICOS en la industria.

Practicar las técnicas básicas de utilización, operación y programación de los sistemas modernos de adquisición de datos para sistemas VIBRO-ACUSTICOS.

Utilizar Software de especialidad (Sistemas MEF, métodos numéricos y de adquisición de datos).

Conocer y comprender las normativas vigentes nacionales e internacionales de los temas a tratar.

Trabajar e interactuar en pequeños grupos





**CONTENIDOS SINTÉTICOS**

- INTRODUCCION GENERAL
- FUNDAMENTOS DE LA ACUSTICA
- ELECTROACUSTICA
- APLICACIONES INDUSTRIALES DE LA ACUSTICA
- FUNDAMENTOS DE LAS VIBRACIONES MECANICAS
- APLICACIONES INDUSTRIALES DE LAS VIBRACIONES
- SISTEMAS ACOPLADOS VIBRO-ACUSTICOS

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS y CONTENIDOS ANALÍTICOS**

**UNIDAD TEMÁTICA 1 INTRODUCCIÓN GENERAL**

**OBJETIVOS**

Que el alumno comprenda los fundamentos físicos básicos de la acústica y las vibraciones.

**CONTENIDOS**

**Tema 1.1: Movimientos oscilatorios**

- Oscilaciones simples. Movimiento armónico simple
- Energía en los movimientos armónicos
- Composición de movimientos oscilatorios
- Análisis de los movimientos compuestos
- Ejercicios

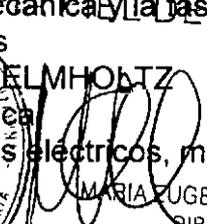
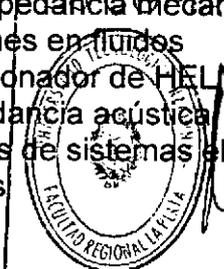
**Tema 1.2: Analogías de sistemas eléctricos, mecánicos y acústicos**

- Oscilaciones forzadas
- Impedancia mecánica
- Resonancia
- La impedancia mecánica y la fase
- Vibraciones en fluidos
- El resonador de HELMHOLTZ
- Impedancia acústica
- Analogías de sistemas eléctricos, mecánicos y acústicos
- Ejercicios

**TIEMPO ASIGNADO 6 horas**

DIRECCION ACADEMICA  
FOLIO ORIGINAL

M. EUGENIA LAFORATTO  
DIRECTORA  
DIRECCION ACADEMICA  
U.T.N. F.R.L.P.



## UNIDAD TEMÁTICA 2 FUNDAMENTOS DE LA ACUSTICA

### OBJETIVOS

Que el alumno comprenda la teoría de la acústica y tenga la capacidad de resolver distintos tipos de problemas.

### CONTENIDOS

- Tema 2.1: Ecuaciones fundamentales de la acústica
  - Propiedades de los medios acústicos
  - Ecuación general de las ondas – Ecuación de EULER
- Tema 2.2: Ondas planas
  - Ecuación general de las ondas planas en medios sólidos
  - Ecuación general de las ondas planas en medios fluidos
  - Solución armónica de las ondas planas
  - Densidad de energía de las ondas planas
  - Intensidad acústica
  - Impedancia acústica específica
  - Magnitudes de referencia y decibeles
  - Ejercicios
- Tema 2.3: Ondas esféricas
  - Ecuación general de las ondas esféricas
  - Ondas esféricas armónicas
  - Impedancia acústica específica
  - Intensidad de las ondas esféricas
  - Radiación esférica
  - Impedancia de radiación
  - Ejercicios
- Tema 2.4: Reflexión, transmisión y difracción de ondas
  - Principio de HUYGENS
  - Estudio de la reflexión
  - Reflexión en la superficie de un medio sólido para incidencia normal
  - Ondas estacionarias
  - Reflexión y transmisión de un medio fluido a otro para incidencia oblicua
  - Reflexión en la superficie de un sólido para incidencia oblicua.
  - Reflexión y refracción de ondas esféricas
  - Refracción debida a fenómenos atmosféricos
  - Difracción de las ondas planas
  - Ejercicios
- Tema 2.5: Absorción de las ondas acústicas
  - Efecto de la viscosidad
  - Efecto de calor de conducción
  - Efecto de la relajación molecular térmica
  - Fenómenos de absorción en líquidos
  - Ejercicios

DIRECCION ACADEMICA  
COPIA FIDEL DEL ORIGINAL  
MARIA EUGENIA LAVORATTO  
DIRECTORA  
DIRECCION ACADEMICA  
U.T.N. F.R.L.P.

TIEMPO ASIGNADO: 21 horas



# Universidad Tecnológica Nacional

## Facultad Regional La Plata

### UNIDAD TEMÁTICA 3 ELECTROACUSTICA

#### OBJETIVOS

Que el alumno entienda los fundamentos y pueda resolver distintos problemas de los análisis acoplados electro-acústicos.

#### CONTENIDOS

##### Tema 3.1: Fundamentos de los sistemas ELECTRO-ACUSTICOS

Introducción

Principios de los transductores

Transductores recíprocos

Transductores antirecíprocos

Transductores electromecánicos

Transductor de bobina móvil

Transductor piezoeléctrico

Transductor electroacústico

Transductores mecánico- acústicos

Características de los ultrasonidos

Sensibilidad

Respuesta en frecuencia

Impedancia eléctrica de salida de un receptor

Impedancia eléctrica de entrada de un receptor

Directividad

Ejercicios

##### Tema 3.2: Micrófonos, altavoces y bocinas

Micrófonos

Introducción – Circuito equivalente

Clasificación general

Micrófonos dinámicos

Micrófonos electrostáticos

Elección adecuada de micrófonos

Ejercicios

Altavoces

Introducción – Circuito equivalente

Altavoces dinámicos de bobina móvil

Altavoces planos

Otros tipos de altavoces

Ejercicios

Bocinas

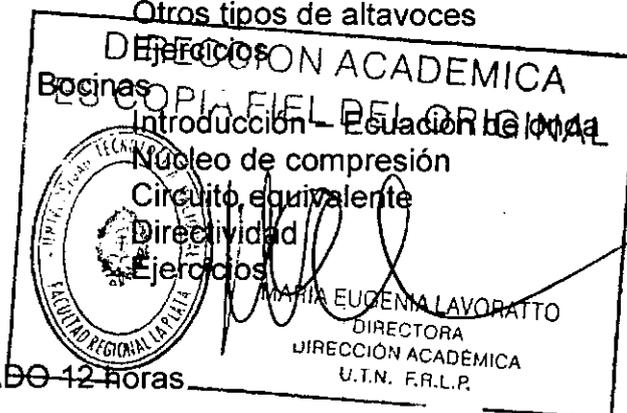
Introducción – Ecuación de onda

Núcleo de compresión

Circuito equivalente

Directividad

Ejercicios



TIEMPO ASIGNADO 12 horas



## UNIDAD TEMÁTICA 4 APLICACIONES INDUSTRIALES DE LA ACUSTICA

### OBJETIVOS

Dar conocimiento al alumno de las nuevas tecnología y procedimientos de la acústica en la industria moderna

### CONTENIDOS

#### Tema 4.1: Ensayos industriales

- Ensayos de transmisión
- Ensayos de reverberación
- Ensayos en cámara anecoica
- Otro tipo de ensayos

#### Tema 4.2: Filtros acústicos

- Filtro eléctricos
- Propagación de ondas en un tubo.
  - Resonancia en tubos
  - Ganancia de un tubo
- Diferentes tipos de filtro por ramas laterales.
  - Filtro paso alto
  - Filtro paso banda eliminada
- Diferentes tipos de filtros por cambio de sección en el tubo
  - Filtro paso alto
  - Filtro paso bajo

Combinación de filtros acústicos y mecánicos.

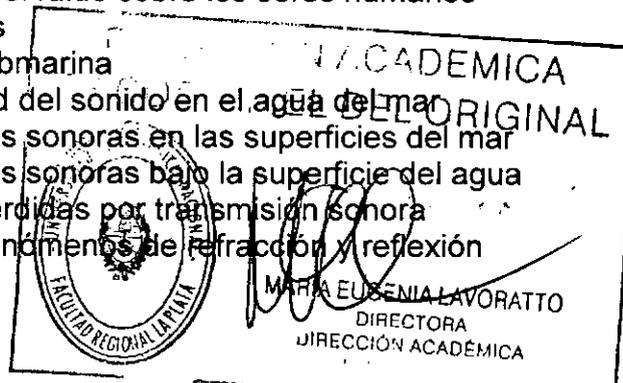
- Filtros mecánicos
- Aplicaciones de los filtro mecánicos
- Ejercicios

#### Tema 4.3: Control del ruido

- Tipos de ruidos
- Fuentes de ruido
  - Fuentes de ruido externas a la edificación
  - Fuentes de ruido internas a la edificación
- Índices de valoración de ruido
  - Índices de valoración de las diferentes fuentes de ruido
  - Índices de valoración del ruido de tráfico de vehículos automóviles
  - Índices de valoración de ruido de aviones
  - Otros tipos de índices de valoración de ruido
- Efectos del ruido sobre los seres humanos
- Ejercicios

#### Tema 4.4: Acústica submarina

- Velocidad del sonido en el agua de mar
- Las ondas sonoras en las superficies del mar
- Las ondas sonoras bajo la superficie del agua
  - Pérdidas por transmisión sonora
  - Fenómenos de refracción y reflexión





Canales sonoros

Enmascaramiento por ruido y por reverberación.

Transductores submarinos. Calibración.

Sistemas sonoros. Sonar activo y pasivo.

Salida acústica de barcos. Cavitación.

Aplicaciones de la acústica submarina.

Ejercicios

Tema 4.5: Acústica arquitectónica

El campo sonoro en recintos

Materiales para acondicionamiento y aislamiento acústico

Aislamiento acústico

Acondicionamiento acústico

Tema 4.6: Acústica automotriz

Fuentes de ruido en vehículos – Ruidos parásitos

Ruido aerodinámico

Ruido debido a transparencias de motorización

Tipos de insonorización

Generación de ruidos en carreteras y rutas

Ejercicios

Tema 4.7: Simulación numérica

Modelado numérico de sistemas acústicos

Análisis vía MEF

Software comerciales

Ejercicios

TIEMPO ASIGNADO 12 horas

**UNIDAD TEMÁTICA 5 FUNDAMENTOS DE LAS VIBRACIONES MECANICAS**

**OBJETIVOS**

Que el alumno comprenda la teoría de las vibraciones mecánicas y tenga la capacidad de resolver distintos tipos de problemas.

**CONTENIDOS**

Tema 5.1: Modelado y ecuación fundamentales

Elementos de inercia

Elementos de rigidez

Elementos de disipación

Construcción de modelos

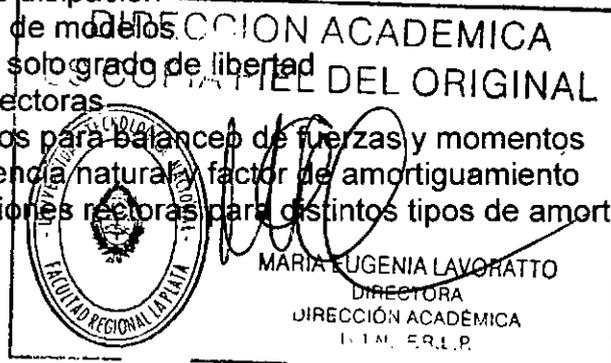
Tema 5.2: Sistemas de un solo grado de libertad

Ecuaciones rectoras

Métodos para balanceo de fuerzas y momentos

Frecuencia natural y factor de amortiguamiento

Ecuaciones rectoras para distintos tipos de amortiguamiento





Ecuaciones rectoras para distintos tipos de fuerzas aplicadas

Ecuaciones de LAGRANGE

Ejercicios

Respuesta libre

Solución general

Respuesta libre de sistemas sin amortiguamiento y amortiguados

Estabilidad de sistemas

Introducción a los sistemas no lineales

Ejercicios

Excitaciones periódicas

Respuesta a la excitación armónica

Función de respuesta a la frecuencia

Disipación de energía y amortiguamiento equivalente

Ejercicios

Excitaciones transitorias

Respuesta a la excitación impulso

Respuesta a la excitación escalón

Respuesta a la excitación rampa

Respuesta a pulsos rectangulares

Respuesta a pulso semi-senoidal

Ejercicios

Tema 5.3: Sistemas de 2 o mas grados de libertad

Ecuaciones rectoras y respuesta libre

Ecuaciones rectoras

Respuesta libre

Estabilidad de sistemas

Ejercicios

Solución general de respuesta y oscilaciones forzadas

Método del modo normal

Formulación espacio estado

Método de la transformada de LAPLACE

Funciones de transferencia

Respuesta en frecuencia

Ejercicios

Tema 5.4: Resoluciones vía MEF

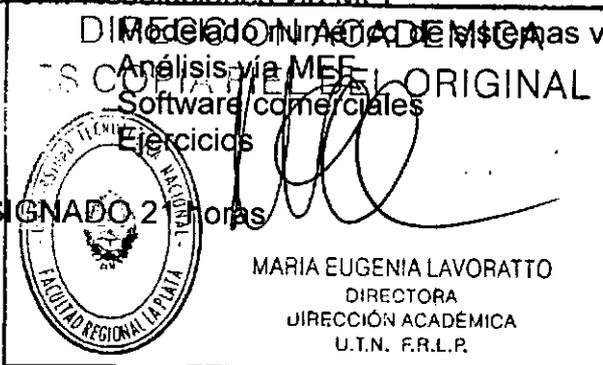
Modelación de sistemas vibratorios

Análisis vía MEF

Software comerciales

Ejercicios

TIEMPO ASIGNADO 2 horas



MARIA EUGENIA LAVORATTO  
DIRECTORA  
DIRECCIÓN ACADÉMICA  
U.T.N. F.R.L.P.



## UNIDAD TEMÁTICA 6 APLICACIONES INDUSTRIALES DE LAS VIBRACIONES

### OBJETIVOS

Dar conocimiento al alumno de las nuevas tecnología y procedimientos de las vibraciones mecánicas en la industria moderna.

### CONTENIDOS

- Tema 6.1: Análisis modal experimental
    - Consideraciones generales
    - Adquisición de datos
    - Formulación de las mediciones
    - Estimación de parámetros modales
  - Tema 6.2: Aislamiento de vibraciones
    - Absorbentes de vibraciones
    - Aislamiento de la vibración, relación de transmisibilidad
  - Tema 6.3: Vibraciones de sistemas rotores
    - Teoría general de los sistemas rotores
    - Velocidades críticas
    - Vibraciones torsionales en turbomaquinas
    - Distintos tipos de desbalance
    - Balanceo, tipos de balanceo, balanceo in-situ
    - Normativas
    - Vibraciones generadas en elementos de maquina
  - Tema 6.4: Dinámica de vehículos
    - Dinámica lateral de vehículos
    - Dinámica longitudinal de vehículos
    - Introducción a las suspensiones de vehículos
    - Fuerzas en los neumáticos
  - Tema 6.5: El mantenimiento predictivo y el analisis de vibraciones.
    - El programa de mantenimiento predicativo
    - La detección y la identificación vía análisis de vibraciones
- Relación fuerza-vibraciones

TIEMPO ASIGNADO 12 horas

## UNIDAD TEMÁTICA 7 SISTEMAS ACOPADOS VIBRO-ACUSTICOS

### OBJETIVOS

Dar conocimiento al alumno de los problemas de acopados vibro-acústicos.

### CONTENIDOS





Tema 7.1: Interacciones

- Sistemas acoplados
- Vibraciones inducidas por fluidos
  - Pulsaciones en cañerías debidas a equipos alternativos
  - Problemas de estabilidad debidos a fluidos en turbomaquinarias
- Modelado numérico de sistemas acoplados (Software comerciales vía MEF)
- Modelización de interfaces
- Ejercicios

TIEMPO ASIGNADO 6 horas

Cantidad de horas de la Cátedra: 96

Cantidad de horas de teoría: 48

Cantidad de horas de práctica:

Formación experimental:- 12

Resolución de problemas de ingeniería:- 24

Actividades de proyecto y diseño:- 12

Cantidad de semanas:32

## BIBLIOGRAFÍA

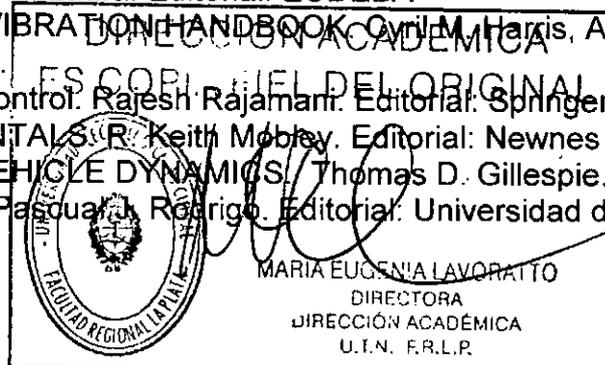
OBLIGATORIA:

- VIBRACIONES. Balakumar Balachandran, Edgard B. Magrad. Editorial: Thomson
- INGENIERÍA ACUSICA. Manuel Recuero López. Editorial: Paraninfo

COMPLEMENTARIA:

VIBRACIONES Y DINAMICA DE VEHICULOS

- VIBRACIONES MECANICA. J. P. Den Hartog. Editorial: Compañía Editora Continental S. A.
- TEORIA DE LAS VIBRACIONES. APLICACIONES. William T. Thomson. Editorial: Prentice-Hall Hispanoamericana SA
- INTRODUCCION A LA TEORIA DE VIBRACIONES DE SISTEMAS DISCRETOS Y CONTINUOS. Patricio A. A. Laura. Editorial: EUDEBA
- HARRIS' SHOCK AND VIBRATION HANDBOOK. Cyril M. Harris, Allan G. Piersol. Editorial: McGRAW-HILL.
- Vehicle Dynamics and Control. Rajesh Rajamani. Editorial: Springer
- VIBRATION FUNDAMENTALS. R. Keith Mobley. Editorial: Newnes
- FUNDAMENTALS OF VEHICLE DYNAMICS. Thomas D. Gillespie. Editorial: SAE
- SISTEMAS ROTORES. Pascual J. Rodrigo. Editorial: Universidad de Chile





#### ACUSTICA Y ELECTROACUSTICA

- ELECTROACUSTICA – ALTAVOCES Y MICROFONOS. Basileo Pueo Ortega, Miguel Romá Romero. Editorial: Pearson – Prentice Hall
- FUNDAMENTALS OF ACOUSTICS AND NOISE CONTROL. Finn Jacobsen, Torben Poulsen, Jens Holger Rindel, Anders Christian Gade and Mogens Ohlrich. Editorial: DTU, Technical University of Denmark
- THE MASTER HANDBOOK OF ACOUSTICS. F. Alton Everest. Editorial: McGRAW-HILL
- ELECTROACUSTICA. Joaquín G. Barquero. Editorial: Paraninfo

#### PUBLICACIONES VARIAS

- ABAQUS – USER'S MANUALS
- CATALOGOS VARIOS DE FABRICANTES
- REVISTAS Y PUBLICACIONES VARIAS
- TUTORIALES DE SOFTWARE COMERCIALES

La cátedra cuenta con información disponible en CD-ROM y DVD-ROM los cuales contienen toda la documentación necesaria para cursar la asignatura: Manuales, Apuntes, catálogos, videos, trabajos prácticos resueltos, software, etc.

## CARACTERÍSTICAS DE LA ACTIVIDAD CURRICULAR

### DESCRIPCIÓN Y MODALIDAD DE LA ENSEÑANZA

La cátedra dictara clase teórico-practicas dando especial énfasis en las aplicaciones industriales de los temas a tratar y clases experimentales con equipos disponibles en el departamento de mecánica.

- Analizador de vibraciones.
- Sistemas de adquisición de datos.
- Banco de balanceo en uno y dos planos.
- Decibelímetros.
- Transductores varios.
- Etc.

### EVALUACIÓN

Las evaluaciones parciales serán escritas mientras que las evaluaciones finales se tomarán de la forma oral-escrita.

