

Plan 244 Ing. de Telecomunicación

Asignatura 43816 INGENIERIA DE LAS ONDAS I

Grupo 1

### Presentación

Acústica, teoría ondulatoria del sonido, psico-acústica, el habla y la audición, electroacústica.

### Programa Básico

Asignatura: Ingeniería de Ondas I

Titulación: Ingeniero de Telecomunicación

#### Descripción

Se pretende presentar de modo accesible los principios de la generación, transmisión y recepción de las ondas sonoras así como su aplicación a ciertos campos particulares, como puede ser la Electroacústica, y a la formación de base que permita la correcta inteligencia de temas actuales.

#### Breve descripción del contenido

Principios de radiación y dispersión de ondas, antenas, componentes y sistemas de microondas, acústica, componentes y sistemas acústicos, técnicas audiovisuales analógicas y digitales, radiodifusión y televisión.

#### Programa básico de la asignatura

- La teoría ondulatoria del sonido
- Amplificadores de potencia de audio (electroacústica)
- Demostraciones de audio (audiciones en laboratorio de fenómenos acústicos)

La asignatura tiene prácticas que complementan la parte teórica.

### Objetivos

Se pretende presentar de modo accesible los principios de la generación, transmisión y recepción de las ondas sonoras así como su aplicación a ciertos campos particulares, como puede ser la Electroacústica, y a la formación de base que permita la correcta inteligencia de temas tan actuales como la codificación del sonido.

La metodología utilizada presume cierto interés del estudiante por estos temas por lo que requiere su participación activa a lo largo del curso. Va a permitir la aplicación y profundización de conceptos que el estudiante ha ido adquiriendo en asignaturas tales como Fundamentos Físicos de la Ingeniería, Teoría de circuitos (desarrollo de circuitos equivalentes para el análisis de sistemas acústicos y electroacústicos, estudio de filtros divisores de frecuencia para sistemas de altavoces, etc.), y Sistemas lineales y Campos Electromagnéticos (estudio de vibraciones y ondas en distintos medios, respuesta en frecuencia de dispositivos electroacústicos, etc.).

### Programa de Teoría

#### 1 LA TEORÍA ONDULATORIA DEL SONIDO

- 1.1 Una pequeña historia de la acústica
- 1.2 La conservación de la masa
- 1.3 Ecuación del movimiento de Euler para un fluido
- 1.4 Relaciones Presión-Densidad
  - 1.4.1 Hipótesis de Laplace
  - 1.4.2 Interpretación en términos de entropía

- 1.4.3 Incorporación de la conducción del calor a las ecuaciones de la fluido-dinámica (dinámica de fluidos)
- 1.5 Ecuaciones de Acústica lineal
- 1.6 La ecuación de ondas
  - 1.6.1 El potencial del vector velocidad
- 1.7 Ondas planas (aproximación lineal)
  - 1.7.1 Procesos físicos que acaecen durante el paso de una onda de sonido
- 1.8 Ondas de frecuencia constante
  - 1.8.1 Valor medio de un producto
  - 1.8.2 Ecuaciones de campo para amplitudes complejas espacialmente dependientes
  - 1.8.3 Ondas planas de frecuencia constante
- 1.9 Velocidad del sonido y densidad ambiente
  - 1.9.1 La velocidad del sonido en gases
  - 1.9.2 Propiedades acústicas de los líquidos
- 1.10 Velocidades del sonido adiabáticas versus isotermas
- 1.11 Energía acústica, intensidad y fuente de potencia
  - 1.11.1 Corolario de la Energía Acústica
  - 1.11.2 Conservación de la energía en fluidos
  - 1.11.3 Potencia de las fuentes acústicas
- 1.12 Ondas esféricas
  - 1.12.1 Expansión esférica de energía acústica
  - 1.12.2 Solución simétrica esférica de la ecuación de ondas
  - 1.12.3 Velocidad de fluido en una onda simétrica esférica
  - 1.12.4 Intensidad y densidad de energía
  - 1.12.5 Campo a grandes distancias de la fuente de tamaño finito
- 1.13 Problemas

## 2 AMPLIFICADORES DE POTENCIA DE AUDIO (electroacústica)

- 2.1 Especificaciones de potencia
- 2.2 Efectos de la realimentación (feedback)
  - 2.2.1 Ganancia de un amplificador con realimentación
  - 2.2.2 Efecto de la realimentación en la distorsión y el ruido
  - 2.2.3 Efecto de la realimentación en la resistencia de salida
- 2.3 Modelo amplificador
  - 2.3.1 Función de transferencia en lazo abierto
  - 2.3.2 Producto ganancia-ancho de banda
  - 2.3.4 Relaciones entre la tasa de Slew y el Producto Ganancia-ancho de banda
  - 2.3.5 Función de transferencia en lazo cerrado
  - 2.3.6 Respuesta transitoria
  - 2.3.7 Sobrecarga en la etapa de entrada
  - 2.3.8 Ancho de banda de potencia total
  - 2.3.9 Efecto de un filtro paso bajo de entrada
  - 2.3.10 Amplificador diferencia JFET
  - 2.3.11 Amplificador diferencial con espejo de corriente como carga
- 2.4 Seguimiento de señal (signal tracing)
- 2.5 Criterio de estabilidad
  - 2.5.1 Teorema de estabilidad de Bode
  - 2.5.2 Amplificador de un solo polo
  - 2.5.3 Amplificador de dos polos
  - 2.5.4 Criterio de estabilidad alternativo
- 2.6 Técnicas de compensación de amplificadores realimentados
  - 2.6.1 Reducción de la constante de ganancia
  - 2.6.2 Compensación por retraso en el primer polo
  - 2.6.3 Compensación por adelanto en el segundo polo
  - 2.6.4 Compensación por realimentación hacia delante
- 2.7 Topologías de la etapa de salida
  - 2.7.1 Etapa en colector común
  - 2.7.2 Etapa en emisor común
  - 2.7.3 Etapa de salida cuasi-complementaria
  - 2.7.4 Etapas de salida MOSFET
- 2.8 Problemas

---

## 3 DEMOSTRACIONES DE AUDIO (audiciones en laboratorio, salón de grados)

### I: Análisis frecuencial y bandas críticas

- 3.1. Cancelación de armónicos
- 3.2. Bandas críticas y enmascaramiento
- 3.3. Bandas críticas y comparación de "Loudness"

### II: Presión sonora, Potencia y "Loudness"

- 3.4. La escala de decibelios
- 3.5. Ruido filtrado
- 3.6. Respuesta en frecuencia del oído
- 3.7. Escala de Loudness
- 3.8. Integración temporal

### III: Enmascaramiento

- 3.9. Asimetría de enmascaramiento por tonos pulsados
- 3.10. Enmascaramiento hacia delante y hacia atrás
- 3.11. Umbral de Pulsación

### IV: Tono; A: Tono de señales puras

- 3.12. Variación de tono y duración de señal
- 3.13. Influencia del ruido enmascarador en el tono de una señal
- 3.14. Ajuste de las octavas
- 3.15. Escalas "alargadas" y "recortadas"
- 3.16. Diferencia de frecuencias (limen) o JND
- 3.17. Corrientes de tonos

### IV: Tono; B: Tono de señales complejas

- 3.18. Tono virtual
- 3.19. Cambio de tono virtual
- 3.20. Enmascaramiento espectral y tono virtual
- 3.21. Tono virtual con armónicos aleatorios
- 3.22. Tono analítico versus sintético

### V: Timbre

- 3.23. Circularidad en el juicio del tono
- 3.24. Efecto del espectro en el timbre
- 3.25. Efecto de la envolvente del tono en el timbre
- 3.26. Tonos y afinado con componentes "estiradas"

### VI: Batidos, combinación de tonos, Distorsión y Ecos

- 3.27. Batidos primarios y secundarios
- 3.28. Distorsión
- 3.29. Combinación de tonos en el oído
- 3.30. Efecto de los ecos

---

## Programa Práctico

Puede consultar los proyectos finales llevados a cabo por alumnos en cursos precedentes a través de la página

[http://www.lpi.tel.uva.es/~nacho/docencia/ing\\_ond\\_1.htm](http://www.lpi.tel.uva.es/~nacho/docencia/ing_ond_1.htm)

---

## Evaluación

---

NOTA FINAL= PROYECTOS EN GRUPOS (50% NOTA: 35% WEB + 15% DEFENSA ORAL) + EXAMEN ESCRITO (50%).

El peso de los proyectos supondrá el 50% de la nota final, siempre y cuando se supere una nota mínima del examen escrito (4 puntos).

---

## Bibliografía

---

L. E. Kinsler: Fundamentos de Acústica, Ed. Limusa, México, 1990

M. Recuero: Ingeniería Acústica, Ed. Paraninfo, Madrid, 2000

W.W.Seto, Acústica, McGraw-Hill, Méjico, 1973.

W. Marshall Leach, Jr.: Introduction to Electroacoustics and Audio Amplifier Design, 2nd Edition, Kendall/Hunt Publishing Co., Dubuque, Iowa, 1999.

---