

Plan 244 Ing. de Telecomunicación

Asignatura 43788 TRANSMISIÓN POR SOPORTE FÍSICO

Grupo 1

### Presentación

Elementos de ondas guiadas. Dispositivos y circuitos de alta frecuencia (activos y pasivos) para comunicaciones.

### Programa Básico

Asignatura: Transmisión por Soporte Físico

Titulación: Ingeniero de Telecomunicación

#### Descripción

Fundamentos electromagnéticos para el análisis de circuitos de alta frecuencia. Conceptos asociados a los medios de transmisión, tanto las líneas de transmisión, como en general las guías de onda. Resolución de problemas que requieren el manejo de conceptos básicos de los medios de transmisión, así como balances de potencia y cálculos aproximados de pérdidas en los diferentes medios. Prácticas de laboratorio.

#### Breve descripción del contenido

Elementos de ondas guiadas. Dispositivos y circuitos de alta frecuencia (activos y pasivos) para comunicaciones.

#### Programa básico de la asignatura

- Líneas de transmisión: Líneas de transmisión con pérdidas arbitrarias. Análisis complejo de las líneas de transmisión. Adaptación de impedancias.
- Ondas electromagnéticas guiadas: Ecuaciones generales de los sistemas guiados. Soluciones con condiciones de contorno ideales. Medios sin pérdidas y medios con pérdidas. Condiciones de contorno no ideales y otros aspectos de interés.
- Circuitos de microondas.
- Prácticas de laboratorio.

### Objetivos

- Conocer los fundamentos electromagnéticos y la base para el análisis de circuitos de alta frecuencia.
- Conocer los conceptos asociados a los medios de transmisión, tanto las líneas de transmisión, como en general las guías de onda. Comprender e interpretar físicamente dichos conceptos.
- Resolver problemas que requieren el manejo de conceptos básicos relacionados con los medios de transmisión, así como balances de potencia y cálculos aproximados de pérdidas en los diferentes medios.
- Mediante las prácticas de laboratorio se pretende complementar, fijar y visualizar algunos de los conceptos expuestos en la teoría. El alumno debe ser capaz de realizar medidas de los parámetros básicos de dispositivos de microondas.

### Programa de Teoría

Capítulo 1. Teoría electromagnética básica (2h)

1. Ecuaciones generales del campo electromagnético en el tiempo y en forma fasorial. Relaciones constitutivas. Condiciones de frontera.
  2. Teorema de Poynting complejo.
  3. Algunas soluciones simples: Ondas planas. Polarización.
- Comportamiento de los medios dieléctricos y los conductores.

---

## PARTE I: Líneas de transmisión (29h)

### Capítulo 2: Líneas de transmisión con pérdidas arbitrarias (11h)

1. Planteamiento y solución del problema: conceptos de onda incidente, reflejada, constante de propagación e impedancia característica de la línea.
2. Condición de contorno en la carga: conceptos de impedancia y coeficiente de reflexión generalizados.
3. Expresiones en el dominio temporal.
4. Diagrama de onda estacionaria.
5. Representación compleja de voltajes e intensidades.
6. Condición de contorno en el generador. Potencia transmitida a la línea.
7. Líneas de transmisión con pérdidas: casos de bajas pérdidas y líneas sin dispersión.
8. Consideraciones sobre las líneas de transmisión con pérdidas.

### Capítulo 3: Adaptación de impedancias. (14h)

1. Planteamiento y estudio de la transformación.
2. Planos de impedancias y coeficientes de reflexión.
3. Ejercicios con la carta de Smith.
4. Sintonizador simple
5. Sintonizador doble.
6. Problemas

### Capítulo 4: Circuitos pasivos de n-puertas. Cuadripolos. (4h)

1. Introducción.
2. Matriz de parámetros [S].
3. Propiedades.
4. Cálculo de parámetros [S] en cuadripolos.

## PARTE II: Ondas electromagnéticas guiadas (29h)

### Capítulo 5: Ecuaciones generales de los sistemas guiados (5h)

1. Solución general de las ecuaciones de onda para sistemas guiados y medios con pérdidas arbitrarias.
2. Clasificación general de las soluciones. Modos TEM, TM, TE y modos híbridos.
3. Tipos de guías de onda y líneas de transmisión.
4. Condiciones de contorno ideales PEC.
5. Soluciones modales para condiciones PEC: modos TEM, TM y TE. Ejemplo.
6. (Análisis general de potencias y energías.)

### Capítulo 6: Condiciones de contorno PEC y medios sin pérdidas (10h)

1. Constante de propagación e impedancia característica.
2. Velocidades de onda; velocidad de fase y velocidad de grupo.
3. Propiedades generales de los campos.
4. Consideraciones de potencia y energía: potencia transmitida; energías eléctrica y magnética almacenadas; velocidad de flujo de energía
5. Ejemplos de sistemas guiados: guía rectangular, guía circular, cable coaxial.

### Capítulo 7: Condiciones de contorno PEC y medios con pérdidas (2h)

1. Particularización de las soluciones a medios con pérdidas.
2. Parámetros básicos: constante de propagación e impedancia del modo.
3. Régimen de bajas pérdidas.

### Capítulo 8: Condiciones de contorno no ideales y otros aspectos de interés (2h)

1. Análisis aproximado de pérdidas en los conductores.
2. Guías dieléctricas.

### Capítulo 9: Cavidades resonantes (2h)

1. Modos TE y TM resonantes. Diagrama de modos resonantes.
2. Ejemplos de cavidades: cavidad rectangular; cavidad circular.

### Capítulo 10: Circuitos equivalentes de las guías de onda (2h)

1. Líneas de transmisión equivalentes: modos TEM.
2. Líneas de transmisión equivalentes: modos TE y TM.

### Problemas (6h)

---

## Programa Práctico

### PARTE I: Análisis de líneas de transmisión

Prácticas: Programa para el análisis de líneas de transmisión con pérdidas arbitrarias. Análisis en el tiempo y análisis en los planos complejos del coeficiente de reflexión, de impedancias, voltajes y corrientes.

### PARTE II: Medidas de microondas

Práctica 1: Entrenador de guía rectangular (i). Componentes del entrenador. Caracterización del oscilador.

Práctica 2: Entrenador de guía rectangular (ii). Caracterización de algunos componentes. (Atenuador variable, acoplador direccional, antenas.)

Práctica 3: Entrenador de guía rectangular (iii). Medida del Diagrama de Onda Estacionaria y Coeficiente de Onda Estacionaria.

Práctica 4: Entrenador de guía rectangular (iv). Medida y adaptación de impedancias.

Práctica 5: Entrenador de microstrip. Medida de las pérdidas de retorno. Caracterización de algunos componentes.

Práctica 6: Medida de los parámetros S de un circuito pasivo con el analizador vectorial de redes.

## Evaluación

Para superar la asignatura es requisito indispensable asistir al menos al 80% de las prácticas de laboratorio.

Para calificar los conocimientos del alumno, se realizará un examen escrito compuesto de tres partes:

1. Una primera prueba correspondiente a la parte I de la teoría y práctica en el aula.
  2. Una segunda prueba correspondiente a la parte II de la teoría y práctica en el aula.
- Las pruebas 1 y 2 constarán de problemas y/o preguntas cortas y/o preguntas tipo test.
3. Una tercera prueba tipo test, correspondiente a los créditos prácticos del laboratorio.

Para superar la asignatura deberán obtenerse las siguientes calificaciones mínimas:

- En el examen de teoría (partes I y II): mínimo del 25% en cada una de las partes por separado.
- Mínimo del 45% en el examen de teoría: partes I y II conjuntamente.
- Mínimo del 45% en el examen de laboratorio.
- Mínimo del 50% en la nota final promediada ( $\text{teoría} \times 2/3 + \text{laboratorio} \times 1/3$ ).

Los alumnos que obtengan una calificación igual o superior al 50% en el examen de teoría o en el laboratorio en la convocatoria ordinaria de febrero, podrán (si lo desean) conservar dicha nota para la convocatoria de septiembre. No se conservará ninguna nota parcial para cursos académicos posteriores. Excepcionalmente, en la convocatoria extraordinaria fin de carrera de enero, se podrá recuperar un aprobado parcial del curso académico inmediatamente anterior.

Cuando por algún motivo contemplado en el Reglamento de Ordenación Académica, un alumno solicite la realización del examen fuera de la fecha oficial señalada por el Centro, dicho examen podrá no ajustarse a las tres pruebas señaladas anteriormente y podrá ser oral, de problemas o tipo test en función de la disponibilidad del profesorado.

## Bibliografía

1. Balanis, C.A. Advanced Engineering Electromagnetics. John Wiley-Sons, New York 1989.
2. Bará, J. Circuitos de microondas con líneas de transmisión. Edicions UPC, 2001.
3. Combes, P.F., Graffeuil, J. y Sautereau, J-F. Microwave Components, Devices and Active Circuits. John Wiley-Sons, 1987.
4. Gago-Ribas, E. Complex Transmission Line Analysis Handbook. GR Editores. León 2001.
5. Liao, S.Y. Microwave Devices and Circuits. Prentice Hall, Inc. 1990.
6. Miranda, Sebastián, Sierra y Margineda. Ingeniería de Microondas. Técnicas experimentales. Prentice Hall 2002.
7. Ortega Castro, V. Introducción a la Teoría de Microondas. Tomo I: Líneas de Transmisión y Guía ondas. Servicio de Publicaciones ETSIT, UPM, Madrid 1987.
8. Ortega Castro, V. Introducción a la Teoría de Microondas. Circuitos Pasivos. Servicio de Publicaciones ETSIT, UPM, Madrid 1987.
9. Page, J.E. Propagación de Ondas Guiadas. Servicio de publicaciones ETSIT, UPM, Madrid 1989.
10. Pozar, D.M.. Microwave Engineering. 2nd Ed. John Willey-Sons, 1998.