



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID



GUÍA DE APRENDIZAJE

CAMPOS Y ONDAS EN TELECOMUNICACION

GRADO EN INGENIERIA DE TECNOLOGIAS Y SERVICIOS DE
TELECOMUNICACION

CURSO ACADÉMICO	CÓDIGO	CURSO	CRÉDITOS	CARÁCTER	SEMESTRE
2026-27	95000022	2	4.5 ECTS	OBLIGATORIA	SEGUNDO SEMESTRE
IDIOMA	CENTRO RESPONSABLE				
ESPAÑOL	E.T.S. DE INGENIEROS DE TELECOMUNICACION				
DEPARTAMENTO RESPONSABLE					
SEÑALES, SISTEMAS Y RADIOCOMUNICACIONES					

COORDINADOR/A

JORGE ALFONSO RUIZ CRUZ - jorge.ruizcruz@upm.es

REQUISITOS OBLIGATORIOS

ASIGNATURAS REQUERIDAS

—

CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS

ASIGNATURAS RECOMENDADAS

- ANALISIS VECTORIAL (95000007)
- ELECTROMAGNETISMO (95000013)

OTRAS RECOMENDACIONES

Sistemas Lineales y Funciones y Transformadas relacionadas, Conceptos básicos de modulaciones, Conceptos de Circuitos Eléctricos, Conocimiento y capacidad de razonar y resolver problemas de campo eléctrico estático y de campo magnético estacionario a partir de las leyes básicas del electromagnetismo, Comprensión y dominio de los conceptos básicos circuitales obtenidos desde las ecuaciones de Maxwell: Resistencia, Conductancia, Capacidad, Inductancia, e



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID



Inducción mutua., Operaciones básicas con expresiones
complejas tanto escalares como vectoriales

RESULTADOS

RD-1393/2007

Resultados de aprendizaje

- RA198** Conocer la existencia de las líneas de transmisión y comprender y asimilar el concepto de modo TEM. Comprender los conceptos de onda de tensión y corriente a partir del campo electromagnético. Manejar la línea de transmisión y su descripción mediante diferentes parámetros. Comprender la representación mediante circuito equivalente para la línea corta y sus limitaciones. Adquirir capacidad para estimar las pérdidas en los conductores
- RA196** Asimilar el concepto de reflexión total en la incidencia normal sobre un conductor ideal. Asimilar el concepto de la incidencia normal sobre un conductor real. Asimilar la aproximación de Leontovich y el concepto de impedancia superficial en un conductor real. Asimilar la definición de impedancia de cuadro. Entender la generalización y uso del concepto de impedancia de cuadro en conductores con otras geometrías
- RA194** - Conocer las propiedades de la Onda Plana Homogénea (OPH) y sus características transmitiendo energía. Comprender el fenómeno de la Polarización de las ondas y su importancia en Telecomunicación. Comprender los conceptos físicos asociados a las distintas velocidades de propagación y sus consecuencias en la transmisión de señales: distorsión y retardo.
- RA62** El aprendizaje de la materia proporciona al alumno los conocimientos requeridos para comprender los mecanismos de propagación y transmisión de ondas electromagnéticas y acústicas, y sus correspondientes dispositivos emisores y receptores.
- RA58** Conocimiento cualitativo y cuantitativo de los mecanismos básicos del fenómeno de propagación de ondas electromagnéticas y su interacción con obstáculos, tanto en el espacio libre como en los sistemas de guiado más simples.
- RA192** Comprender los conceptos asociados a la reflexión y transmisión (coeficiente de reflexión y transmisión, impedancia de onda y diagrama de onda estacionaria). Comprender los fenómenos de transmisión de energía.
- RA193** Conocer la descripción matemática del modelo macroscópico de los medios materiales. Conocer y manejar las expresiones que gobiernan la energía electromagnética y su transferencia: transmisión y pérdidas
- RA195** Manejar los conceptos anteriores para la resolución de problemas de medios estratificados. Asimilar el concepto de adaptación

Competencias

- CECT5** Capacidad para evaluar las ventajas e inconvenientes de diferentes alternativas tecnológicas de despliegue o implementación de sistemas de comunicaciones, desde el punto de vista del espacio de la señal, las perturbaciones y el ruido y los sistemas de modulación analógica y digital
- CG2** Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio
- CECT8** Capacidad para comprender los mecanismos de propagación y transmisión de ondas electromagnéticas y acústicas, y sus correspondientes dispositivos emisores y receptores
- CG5** Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía
- CG4** Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado
- CECT4** Capacidad de analizar y especificar los parámetros fundamentales de un sistema de comunicaciones
- CG9** Uso de Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones
- CG12** Organización y planificación

DESCRIPCIÓN

La asignatura introduce al estudiante en los conceptos básicos de la electrodinámica aplicada a la transmisión de energía/información. Tras un preámbulo dedicado a los aspectos de transferencia de energía, analiza las soluciones de las ecuaciones de Maxwell de tipo ondas planas y establece el conjunto de definiciones utilizadas habitualmente en transmisión (polarización, dispersión y atenuación, velocidad de propagación, coeficiente de reflexión e impedancia, etc.). Se analizan a continuación las características básicas del campo electromagnético en los conductores introduciéndose los conceptos de efecto pelicular, impedancia superficial e impedancia interna de hilo conductor. Finalmente se establecen las características generales de la comunicación por soporte físico introduciéndose el concepto de modo, sus diferentes tipos y características, desarrollando de forma particular el modo transversal electromagnético (TEM) y la línea de transmisión.

TEMARIO

1. Introducción a la Electrodinámica. Transferencia de Energía Electromagnética

- 1.1. Modelo matemático de la electrodinámica en el tiempo y la frecuencia
- 1.2. Relaciones constitutivas
- 1.3. Teorema de Conservación de la Energía. Vector de Poynting. Energía en Electrodinámica
- 1.4. Régimen Monocromático. Valores medios

2. Ondas Planas Homogéneas. Polarización

- 2.1. Solución de la ecuación de onda. Onda Plana Homogénea (OPH)
- 2.2. Características de los campos de la Onda Plana Homogénea: variación con z , relación entre campo eléctrico y campo magnético. Impedancia de la OPH, Constante de propagación
- 2.3. Ondas Planas Homogéneas Monocromáticas (OPHM): Potencia transmitida, atenuación, longitud de onda, velocidad de fase, dispersión
- 2.4. Polarización de la OPHM: Lineal, Circular, Elíptica. Relación Axial. Polarización Positiva y Negativa
- 2.5. Velocidad de grupo. Retardo. Distorsión

3. Incidencia Normal de Ondas Planas Homogéneas

- 3.1. Incidencia normal sobre obstáculo plano de la OPH: Onda incidente, reflejada y transmitida. Onda Estacionaria
- 3.2. Coeficientes de reflexión y transmisión. Campos en función de ambos coeficientes
- 3.3. Diagrama de onda estacionaria (DOE); coeficiente de onda estacionaria (COE). Impedancia de onda (Z). Continuidad de Z en las discontinuidades
- 3.4. Balance energético del problema
- 3.5. Incidencia normal sobre el problema de los tres medios. Fórmula del traslado de impedancias. Propiedades de las láminas dieléctricas en $\lambda/2$ y en $\lambda/4$
- 3.6. Eliminación de la reflexión: Adaptación
- 3.7. Incidencia normal sobre N medios estratificados. Utilización de la fórmula de traslado de impedancias
- 3.8. Incidencia normal de OPH sobre un medio conductor perfecto

4. Campos en Conductores. Efecto Pelicular

4.1. Incidencia normal de OPH sobre un medio conductor real. Balance energético: Potencia disipada en el conductor. Definición del elemento de unidad de longitud y anchura: Diferencia de potencial y corriente de dicho elemento. Impedancia de cuadro

4.2. Campos en el conductor: Efecto Pelicular, Condiciones de Leontovich: Concepto de Impedancia superficial

4.3. Impedancia interna del hilo conductor de sección arbitraria. Ejemplo: Hilo cilíndrico

5. Comunicación por soporte físico: Líneas de Transmisión

5.1. Introducción: Modo TEM y existencia de otros modos. Líneas de transmisión básicas. Soluciones TEM guiadas. Modos q-TEM. Definición de las ondas de tensión y corriente. Impedancia Característica. Constante de propagación. Comentarios a q-TEM

5.2. Potencia transmitida. Circuito equivalente: realización en T. Aproximación de línea corta. Energías almacenadas y pérdidas en dieléctricos y en conductores

5.3. Ejemplos de líneas de transmisión: Cable coaxial y Línea bifilar

5.4. Los circuitos impresos: líneas planares. Línea microstrip y otras. Modelo simple de dispersión

5.5. Reflexiones en TEM. Uso de los conceptos de coeficiente de reflexión e impedancia característica en líneas de transmisión. Líneas en $\lambda/2$ y en $\lambda/4$. Adaptación

ACTIVIDADES



Actividad evaluable



Actividad formativa

Presentación de la Asignatura				SEMANAS																
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	E	
PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO																	
Presencial	01h 00m	Aula (en horario)	Normal																	
METODOLOGÍA																				
Lección Magistral																				

	Tema 1. Introducción a la Electrodinámica. Transferencia de Energía Electromagnética 1.1 Modelo matemático de la electrodinámica en el tiempo y la frecuencia. 1.2 Relaciones constitutivas	SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E																		
PRESENCIALIDAD Presencial	DURACIÓN TOTAL 02h 30m	LUGAR Aula (en horario)	GRUPO Normal																	
METODOLOGÍA Lección Magistral																				

	1.3 Teorema de Conservación de la Energía. Vector de Poynting. Energía en Electrodinámica.	SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E																		
PRESENCIALIDAD Presencial	DURACIÓN TOTAL 01h 30m	LUGAR Aula (en horario)	GRUPO Normal																	
METODOLOGÍA Lección Magistral																				

	Realización de ejercicios tema 1	SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E																		
PRESENCIALIDAD Presencial	DURACIÓN TOTAL 01h 55m	LUGAR Aula (en horario)	GRUPO Normal																	
METODOLOGÍA Clase de Problemas																				

	Prueba en clase a base de preguntas cortas o tipo test	SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E																		
PRESENCIALIDAD Presencial	DURACIÓN TOTAL 00h 05m	LUGAR Aula (en horario)	EVALUACIÓN Progresiva	PONDERACIÓN 4%	NOTA MÍNIMA 0															
METODOLOGÍA Examen Escrito																				
RESULTADOS EVALUADOS CG5CG9CG12CECT4CECT5CECT8																				

	1.4 Régimen Monocromático. Valores medios.	SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E																		
PRESENCIALIDAD Presencial	DURACIÓN TOTAL 02h 00m	LUGAR Aula (en horario)	GRUPO Normal																	
METODOLOGÍA Lección Magistral																				

	Realización de ejercicios tema 1			SEMANAS 123456789101112131415E																	
	PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO																	
	Presencial	01h 30m	Aula (en horario)	Normal																	
METODOLOGÍA																					
Clase de Problemas																					

	Tema 2: Ondas Planas Homogéneas. Polarización. 2.1 y 2.2			SEMANAS 123456789101112131415E																	
	PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO																	
	Presencial	01h 30m	Aula (en horario)	Normal																	
METODOLOGÍA																					
Lección Magistral																					

	Realización de ejercicios tema 1			SEMANAS 123456789101112131415E																	
	PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO																	
	Presencial	01h 15m	Aula (en horario)	Normal																	
METODOLOGÍA																					
Clase de Problemas																					

	Realización de ejercicios tema 2			SEMANAS 123456789101112131415E																	
	PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO																	
	Presencial	00h 40m	Aula (en horario)	Normal																	
METODOLOGÍA																					
Clase de Problemas																					

	Prueba en clase a base de preguntas cortas o tipo test			SEMANAS 123456789101112131415E																	
	PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	EVALUACIÓN	PONDERACIÓN	NOTA MÍNIMA															
	Presencial	00h 05m	Aula (en horario)	Progresiva	4%	0															
METODOLOGÍA																					
Examen Escrito																					
RESULTADOS EVALUADOS																					
CG5CG9CG12CECT4CECT5CECT8																					

	2.3 Ondas Planas Homogéneas Monocromáticas (OPHM): Potencia transmitida, atenuación, longitud de onda, velocidad de fase, dispersión. 2.4 Polarización de la OPHM: Lineal, Circular, Elíptica. Relación Axial. Polarización Positiva y Negativa			SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E																	
	PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO																	
	Presencial	01h 45m	Aula (en horario)	Normal																	
	METODOLOGÍA Lección Magistral																				

	2.5 Velocidad de grupo. Retardo. Distorsión.			SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E																	
	PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO																	
	Presencial	00h 45m	Aula (en horario)	Normal																	
	METODOLOGÍA Lección Magistral																				

	Tema 3: Incidencia Normal de Ondas Planas Homogéneas. 3.1 Incidencia normal sobre obstáculo plano de la OPH: Onda incidente, reflejada y transmitida. Onda Estacionaria.			SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E																	
	PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO																	
	Presencial	01h 00m	Aula (en horario)	Normal																	
	METODOLOGÍA Lección Magistral																				

— ✓ — ✕	Prueba en clase a base de preguntas cortas o tipo test			SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E																
	PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	EVALUACIÓN	PONDERACIÓN	NOTA MÍNIMA														
	Presencial	00h 05m	Aula (en horario)	Progresiva	4%	0														
	METODOLOGÍA Examen Escrito																			
RESULTADOS EVALUADOS CG5 CG9 CG12 CECT4 CECT5 CECT8																				

	Realización de ejercicios tema 2			SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E																		
	PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO																		
	Presencial	01h 45m	Aula (en horario)	Normal																		
METODOLOGÍA Clase de Problemas																						

	Realización de ejercicios tema 3			SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E																		
	PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO																		
	Presencial	01h 25m	Aula (en horario)	Normal																		
METODOLOGÍA Clase de Problemas																						

	Examen Parcial			SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E																
	PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	EVALUACIÓN	PONDERACIÓN	NOTA MÍNIMA														
	Presencial	01h 10m	Aula de examen	Progresiva	30%	2														
METODOLOGÍA Examen Escrito																				
RESULTADOS EVALUADOS CG2 CG4 CG5 CG9 CG12 CECT4 CECT5 CECT8																				

	3.2 Coeficientes de reflexión y transmisión. Campos en función de ambos coeficientes. 3.3 Diagrama de onda estacionaria (DOE); coeficiente de onda estacionaria (COE). Impedancia de onda (Z). Continuidad de Z en las discontinuidades.			SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E																		
	PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO																		
	Presencial	02h 00m	Aula (en horario)	Normal																		
METODOLOGÍA Lección Magistral																						

	3.4 Balance energético del problema. 3.5 Incidencia normal sobre el problema de los tres medios. Fórmula del traslado de impedancias. Propiedades de las láminas dieléctricas en $\lambda/2$ y en $\lambda/4$.	SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E																			
PRESENCIALIDAD Presencial	DURACIÓN TOTAL 01h 15m	LUGAR Aula (en horario)	GRUPO Normal																		
METODOLOGÍA Lección Magistral																					

	3.6 Eliminación de la reflexión: Adaptación. 3.7 Incidencia normal sobre N medios estratificados. Utilización de la fórmula de traslado de impedancias.	SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E																			
PRESENCIALIDAD Presencial	DURACIÓN TOTAL 02h 15m	LUGAR Aula (en horario)	GRUPO Normal																		
METODOLOGÍA Lección Magistral																					

	3.8 Incidencia normal de OPH sobre un medio conductor perfecto.	SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E																			
PRESENCIALIDAD Presencial	DURACIÓN TOTAL 01h 15m	LUGAR Aula (en horario)	GRUPO Normal																		
METODOLOGÍA Lección Magistral																					

	Tema 4: Campos en Conductores. 4.1 Efecto Pelicular. 4.2 Condiciones de Leontovich: Concepto de Impedancia superficial. 4.3 Impedancia interna del hilo conductor de sección arbitraria. Ejemplo: Hilo cilíndrico	SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E																			
PRESENCIALIDAD Presencial	DURACIÓN TOTAL 01h 30m	LUGAR Aula (en horario)	GRUPO Normal																		
METODOLOGÍA Lección Magistral																					

 Realización de ejercicios tema 3 y 4		SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E															
PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO														
Presencial	01h 55m	Aula (en horario)	Normal														
METODOLOGÍA																	
Clase de Problemas																	

− ×  Prueba en clase a base de preguntas cortas o tipo test		SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E															
PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	EVALUACIÓN	PONDERACIÓN	NOTA MÍNIMA												
Presencial	00h 05m	Aula (en horario)	Progresiva	4%	0												
METODOLOGÍA																	
Examen Escrito																	
RESULTADOS EVALUADOS																	
CG5CG9CG12CECT4CECT5CECT8																	

 Tema 5: Comunicación por soporte físico: Líneas de Transmisión. 5.1		SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E															
PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO														
Presencial	01h 15m	Aula (en horario)	Normal														
METODOLOGÍA																	
Lección Magistral																	

 5.2 Potencia transmitida. Circuito equivalente: realización en T. Aproximación de línea corta. Energías almacenadas y pérdidas en dieléctricos y en conductores.		SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E															
PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO														
Presencial	02h 00m	Aula (en horario)	Normal														
METODOLOGÍA																	
Lección Magistral																	

 Realización de ejercicios tema 5		SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E															
PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO														
Presencial	02h 10m	Aula (en horario)	Normal														
METODOLOGÍA																	
Clase de Problemas																	

	Prueba en clase a base de preguntas cortas o tipo test			SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E																
	PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	EVALUACIÓN	PONDERACIÓN	NOTA MÍNIMA														
	Presencial	00h 05m	Aula (en horario)	Progresiva	4%	0														
	METODOLOGÍA Examen Escrito																			
RESULTADOS EVALUADOS CG5 CG9 CG12 CECT4 CECT5 CECT8																				

	5.3 Ejemplos de líneas de transmisión: Cable coaxial y Línea bifilar. 5.4 Los circuitos impresos: líneas planares. Línea microstrip y otras. Modelo simple de dispersión.			SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E															
	PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO															
	Presencial	01h 00m	Aula (en horario)	Normal															
	METODOLOGÍA Lección Magistral																		

	5.5 Reflexiones en TEM Uso de los conceptos de coeficiente de reflexión e impedancia característica en líneas de transmisión. Líneas en $\lambda/2$ y en $\lambda/4$. Adaptación			SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E															
	PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO															
	Presencial	02h 00m	Aula (en horario)	Normal															
	METODOLOGÍA Lección Magistral																		

	Realización de ejercicios tema 5			SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E															
	PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO															
	Presencial	01h 15m	Aula (en horario)	Normal															
	METODOLOGÍA Clase de Problemas																		



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID



Examen único como Evaluación Global.				SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E															
PRESENCIALIDAD Presencial	DURACIÓN TOTAL 03h 00m	LUGAR Otro	EVALUACIÓN Global	PONDERACIÓN 100%	NOTA MÍNIMA 5														
METODOLOGÍA Examen Escrito																			
RESULTADOS EVALUADOS CG2CG4CG5CG9CG12CECT4CECT5CECT8																			

Examen final: prueba única.				SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E															
PRESENCIALIDAD Presencial	DURACIÓN TOTAL 03h 00m	LUGAR Otro	EVALUACIÓN Extraordinaria	PONDERACIÓN 100%	NOTA MÍNIMA 5														
METODOLOGÍA Examen Escrito																			
RESULTADOS EVALUADOS CG2CG4CG5CG9CG12CECT4CECT5CECT8																			

Examen Final en evaluación progresiva				SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E															
PRESENCIALIDAD Presencial	DURACIÓN TOTAL 00h 05m	LUGAR Otro	EVALUACIÓN Progresiva	PONDERACIÓN 50%	NOTA MÍNIMA 2														
METODOLOGÍA Examen Escrito																			
RESULTADOS EVALUADOS CG2CG4CG5CG9CG12CECT4CECT5CECT8																			

Examen Final en evaluación progresiva				SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E															
PRESENCIALIDAD Presencial	DURACIÓN TOTAL 03h 00m	LUGAR Aula (en horario)	GRUPO Normal																
METODOLOGÍA Otras actividades																			

PLANIFICACIÓN SEMANAL

Actividad evaluable Actividad formativa Semana con actividad Período de exámenes

Actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	E
 Presentación de la Asignatura	.															
 Tema 1. Introducción a la Electrodinámica. Transferencia de Energía Electromagnética 1.1 Modelo matemático de la electrodinámica en el tiempo y la frecuencia. 1.2 Relaciones constitutivas	.															
 1.3 Teorema de Conservación de la Energía. Vector de Poynting. Energía en Electrodinámica.		.														
 Realización de ejercicios tema 1		.														
 Prueba en clase a base de preguntas cortas o tipo test		.														
 1.4 Régimen Monocromático. Valores medios.			.													
 Realización de ejercicios tema 1			.													
 Tema 2: Ondas Planas Homogéneas. Polarización. 2.1 y 2.2				.												
 Realización de ejercicios tema 1				.												
 Realización de ejercicios tema 2				.												
 Prueba en clase a base de preguntas cortas o tipo test				.												
 2.3 Ondas Planas Homogéneas Monocromáticas (OPHM): Potencia transmitida, atenuación, longitud de onda, velocidad de fase, dispersión. 2.4 Polarización de la OPHM: Lineal, Circular, Elíptica. Relación Axial. Polarización Positiva y Negativa					.											
 2.5 Velocidad de grupo. Retardo. Distorsión.					.											
 Tema 3: Incidencia Normal de Ondas Planas Homogéneas. 3.1 Incidencia normal sobre obstáculo plano de la					.											

Actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	E
OPH: Onda incidente, reflejada y transmitida. Onda Estacionaria.																
 Prueba en clase a base de preguntas cortas o tipo test																
 Realización de ejercicios tema 2																
 Realización de ejercicios tema 3																
 Examen Parcial																
 3.2 Coeficientes de reflexión y transmisión. Campos en función de ambos coeficientes. 3.3 Diagrama de onda estacionaria (DOE); coeficiente de onda estacionaria (COE). Impedancia de onda (Z). Continuidad de Z en las discontinuidades.																
 3.4 Balance energético del problema. 3.5 Incidencia normal sobre el problema de los tres medios. Fórmula del traslado de impedancias. Propiedades de las láminas dieléctricas en $\lambda/2$ y en $\lambda/4$.																
 3.6 Eliminación de la reflexión: Adaptación. 3.7 Incidencia normal sobre N medios estratificados. Utilización de la fórmula de traslado de impedancias.																
 3.8 Incidencia normal de OPH sobre un medio conductor perfecto.																
 Tema 4: Campos en Conductores. 4.1 Efecto Pelicular. 4.2 Condiciones de Leontovich: Concepto de Impedancia superficial. 4.3 Impedancia interna del hilo conductor de sección arbitraria. Ejemplo: Hilo cilíndrico																
 Realización de ejercicios tema 3 y 4																
 Prueba en clase a base de preguntas cortas o tipo test																

Actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	E
 Tema 5: Comunicación por soporte físico: Líneas de Transmisión. 5.1											•					
 5.2 Potencia transmitida. Circuito equivalente: realización en T. Aproximación de línea corta. Energías almacenadas y pérdidas en dieléctricos y en conductores.											•					
 Realización de ejercicios tema 5												•				
 Prueba en clase a base de preguntas cortas o tipo test												•				
 5.3 Ejemplos de líneas de transmisión: Cable coaxial y Línea bifilar. 5.4 Los circuitos impresos: líneas planares. Línea microstrip y otras. Modelo simple de dispersión.												•				
 5.5 Reflexiones en TEM Uso de los conceptos de coeficiente de reflexión e impedancia característica en líneas de transmisión. Líneas en $\lambda/2$ y en $\lambda/4$. Adaptación													•			
 Realización de ejercicios tema 5													•			
 Examen único como Evaluación Global.																•
 Examen final: prueba única.																•
 Examen Final en evaluación progresiva																•
 Examen Final en evaluación progresiva																•

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios Generales

La evaluación será progresiva, con cinco pruebas realizadas durante las clases (20% de la calificación), un examen parcial realizado hacia la mitad del curso (30%) y un examen final (50%).

La evaluación en la convocatoria extraordinaria se realizará a través de un único examen (100% de la calificación).

La evaluación comprobará si los estudiantes han adquirido las competencias de la asignatura. Por tanto, la evaluación en la convocatoria extraordinaria usará los mismos tipos de técnicas evaluativas que se usan en la evaluación de la convocatoria ordinaria (EX, ET, TG, etc.).

Criterios de Evaluación en Convocatoria Ordinaria. Evaluación progresiva

Criterios de evaluación

Las pruebas de evaluación progresiva realizadas en clase se producirán en cualquier momento del curso, sin necesidad de previo aviso. El contenido de estas pruebas realizadas en clase será decidido por cada profesor, aunque serán preferentemente cuestiones de respuesta breve, de carácter más teórico y limitadas a conceptos básicos. Cada una de las pruebas en el aula tendrá una ponderación del 4% sobre la calificación total, y para su realización, se podría requerir el uso de dispositivos electrónicos como teléfonos móviles, tablets u ordenadores portátiles. No se publicarán las soluciones de las pruebas realizadas en clase si éstas pertenecen a un banco de preguntas distribuidas aleatoriamente entre los alumnos. Las evaluaciones de aula que no se hayan realizado en la fecha establecida, no se recuperan bajo ninguna circunstancia. Para estos casos, se realizará a lo largo del curso una prueba adicional a las 5 establecidas, eligiendo las 5 pruebas con mejor calificación para la obtención de la calificación final.

El examen parcial (30% de la calificación total) se realizará en la fecha fijada en el calendario por la Junta de Escuela. Constará de cuestiones de respuesta breve, carácter más teórico y limitadas a conceptos básicos, y de preguntas de contenido fundamentalmente práctico: resolución de ejercicios.

El examen final se realizará en la fecha señalada de la convocatoria de junio, e incluirá toda la materia de la asignatura, aunque el alumno haya aprobado el examen parcial. Será de contenido fundamentalmente práctico: resolución de ejercicios (50% de la calificación total de la evaluación progresiva).

Una calificación inferior a 2 puntos sobre 10 en el examen parcial o en el examen final supondrá, en el caso de evaluación progresiva, el suspenso en la asignatura. En este caso la calificación final, sobre 10, será la menor entre la media ponderada de todas las pruebas (pruebas realizadas en clase, parcial y examen final) y 4,5.

El examen final en evaluación progresiva y el examen único como evaluación global serán coincidentes. Para el cálculo de la calificación final se elegirá la opción que dé lugar a la mayor calificación, siempre respetando el criterio para aprobar de una nota mínima de 2 puntos sobre 10 en el examen final o parcial.

Actividades

- Prueba en clase a base de preguntas cortas o tipo test (4%)
- Prueba en clase a base de preguntas cortas o tipo test (4%)
- Prueba en clase a base de preguntas cortas o tipo test (4%)
- Examen Parcial (30%)

- Prueba en clase a base de preguntas cortas o tipo test (4%)
- Prueba en clase a base de preguntas cortas o tipo test (4%)
- Examen Final en evaluación progresiva (50%)

Criterios de Evaluación en Convocatoria Ordinaria. Prueba global

Criterios de evaluación

Examen único como Evaluación Global.

Actividades

- Examen único como Evaluación Global. (100%)

Criterios de Evaluación en Convocatoria Extraordinaria

Criterios de evaluación

En la convocatoria extraordinaria, los alumnos serán evaluados mediante una única prueba final de contenido fundamentalmente práctico: resolución de ejercicios. No se tendrán en cuenta los resultados obtenidos en la evaluación progresiva de la convocatoria ordinaria.

Actividades

- Examen final: prueba única. (100%)

RECURSOS

Bibliografía

V.V. Nikolski, "Electrodinámica y propagación de ondas de radio", <http://www.urss.ru>. Editorial URSS, 1973.

S. Ramo, J.R. Whinnery, T. Van Duzer, "Fields and waves in communication electronics", John Wiley & Sons , Third Edition, 1994.

C.T.A. Johnk, "Teoría Electromagnética", Limusa, 1981.

J.D. Kraus, "Electromagnetismo", McGraw-Hill, 1986

C.R. Paul, "Transmission Lines in Digital and Analog Electronic Systems: Signal Integrity and Crosstalk", John Wiley and Sons, Inc., 2010.

C.W. Davidson, "Transmission lines for communications", MacMillan, 1989.

David K. Cheng, "Fundamentos de electromagnetismo para ingeniería", Addison-Wesley Iberoamericana, 1997.

L. Solymar, "Lectures on electromagnetic theory", Oxford University Press, 1984.

Avanzada

H.A. Haus, J.R. Melcher, "Electromagnetic fields and energy", Prentice-Hall, 1989.

Avanzada

C. Camacho Peñalosa, J.E. Page de la Vega, "Ecuaciones y relaciones energéticas de la electrodinámica", "Ondas Planas", "Propagación de Ondas Guiadas".

Accesibles en <http://oa.upm.es/10396/1/EcsYRelsEnergElectrod.pdf>, <http://oa.upm.es/10397/1/OndasPlanas.pdf>,
<http://oa.upm.es/10398/1/OndasGuiadas.pdf>

"Problemas de Campos y Ondas en Telecomunicación", Departamento de Electromagnetismo y Teoría de Circuitos. E.T.S.I. de Telecomunicación, Universidad Politécnica de Madrid. Formato electrónico puesto a disposición de los estudiantes.

Accesible en <http://oa.upm.es/33526/9/ProblemasCOTE.pdf>

Web

Moodle de la asignatura en: <https://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales>

OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE



Industria, innovación e
infraestructura

OTRA INFORMACIÓN



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID



Esta asignatura está relacionada con el ODS número 9: "Industria, innovación e infraestructuras" ya que proporciona conocimientos aplicables a la industria. En particular el punto 9.5: "Aumentar la investigación científica y mejorar la capacidad tecnológica industrial, y de aquí a 2030, aumentar considerablemente el número de trabajadores y el gasto público y privado".