



Asignatura: Medios de Transmisión  
Código: 18502  
Centro: Escuela Politécnica Superior  
Titulación: Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación  
Nivel: Grado  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 6 ECTS

## GUÍA DOCENTE DE *MEDIOS DE TRANSMISION (MTX)*

La presente guía docente corresponde a la asignatura *Medios de Transmisión (MTX)*, a *aprobar* para el curso lectivo 2017-2018 en Junta de Centro y publicada en su versión definitiva en la página web de la Escuela Politécnica Superior. La guía docente de MTX aprobada y publicada antes del periodo de matrícula tiene el carácter de contrato con el estudiante.



Asignatura: Medios de Transmisión  
Código: 18502  
Centro: Escuela Politécnica Superior  
Titulación: Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación  
Nivel: Grado  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 6 ECTS

## ASIGNATURA

### MEDIOS DE TRANSMISIÓN (MTX)

#### 1.1. Código

18502 del Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación

#### 1.2. Materia

Sistemas de Telecomunicación

#### 1.3. Tipo

Optativa

#### 1.4. Nivel

Grado

#### 1.5. Curso

3º

#### 1.6. Semestre

1º

#### 1.7. Número de créditos

6 créditos ECTS

#### 1.8. Requisitos previos

*Medios de Transmisión (MTX)* forma parte de la *Materia 4.1* “Sistemas de Telecomunicación” del módulo 4 de Asignaturas Optativas del plan de estudios del Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación.

La materia 4.1 está compuesta por dos asignaturas (*Medios de Transmisión* y *Sistemas de Transmisión de Audio y Vídeo*) donde se presentan los fundamentos de los sistemas de telecomunicación en los aspectos más cercanos al nivel físico y de enlace en el ámbito de la Ingeniería de Telecomunicación.

*MTX* es una asignatura optativa para el Grado.



Asignatura: Medios de Transmisión  
Código: 18502  
Centro: Escuela Politécnica Superior  
Titulación: Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación  
Nivel: Grado  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 6 ECTS

Por otro lado, *MTX* es una de las dos asignaturas panorámicas (la otra es *Sistemas de Transmisión de Audio y Vídeo*) que cubren las competencias en Sistemas de Telecomunicación necesarias para el acceso al Master Profesional en Ingeniería de Telecomunicación.

Adicionalmente *MTX* es una asignatura recomendada en el itinerario de “Diseño e Implementación de Sistemas Electrónicos para Comunicaciones” (DISEC) y en el itinerario en “Procesamiento y Comunicaciones de Audio y Vídeo” (PCAV).

*MTX* profundiza en los aspectos de nivel físico en los sistemas de telecomunicaciones, Está por tanto estrechamente relacionada con *Fundamentos de Transmisión y Propagación de Ondas (2º, 2º cuatrimestre)*, por lo que es requisito natural haber cursado primero esta asignatura. Además, para cursar la asignatura es necesario que el estudiante esté familiarizado con una serie de herramientas básicas de matemáticas, física y comunes de la ingeniería de telecomunicación como Análisis de Circuitos (1º, 2º cuatrimestre), Sistemas Lineales (2º, 1er cuatrimestre) y Teoría de la Comunicación (2º, 2º cuatrimestre).

*MTX* enlaza de manera natural con otras posteriores como Electrónica de Comunicaciones (3º, 2º cuatrimestre) y Antenas y Compatibilidad Electromagnética (4º, 2º cuatrimestre) del módulo de sistemas Electrónicos, por lo que *MTX es requisito natural para cursar estas asignaturas*. *MTX* también se relaciona con el enfoque más sistemista de Sistemas de Transmisión de Audio y Vídeo (3º, 2º cuatrimestre).

## 1.9. Requisitos mínimos de asistencia a las sesiones presenciales

La asistencia a las sesiones de teoría se considera de especial utilidad para la consecución de los objetivos previstos en la asignatura (ver apartado 1.11) y para participar en las pruebas de evaluación continua programadas en el curso (ver apartado 5). Por ello, en estas sesiones se llevará a cabo un control de participación en la evaluación continua, del que resultará un indicador de asistencia, puntualidad y actitud (APA).

Este indicador APA tendrá un efecto en la *evaluación continua* indicado por la fórmula de TE-C en la sección 4 dado por  $APA/20$ , es decir, *si por ejemplo el APA se conserva en 10 (valor máximo con el que parte cada estudiante al principio de curso), tendrá un beneficio positivo de hasta 0.5 puntos en la nota de evaluación continua TE-C, pero si es negativo, por una actitud inadecuada en clase, bajará nota*.

Al indicador APA se le descontarán 2 puntos por la primera vez, y 5 por las siguientes veces, en la(s) que el estudiante haya mostrado una actitud en clase que no sea la adecuada para su aprovechamiento o el de los compañeros a juicio del profesor. En este caso el valor de APA podrá ser menor que 0.



Asignatura: Medios de Transmisión  
Código: 18502  
Centro: Escuela Politécnica Superior  
Titulación: Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación  
Nivel: Grado  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 6 ECTS

De igual manera, al indicador APA se le pueden descontar puntos si no se asiste a clase, o si no se realizan los ejercicios que puede proponer el profesor en una clase o por moodle para una determinada sesión. Estos casos pueden dar lugar a que el APA sea 0 (pero nunca negativo, a diferencia de por una actitud inapropiada en clase, que si puede dar lugar a un valor de APA menor que cero).

Debido a la importante carga práctica de esta asignatura (su nota es la mitad de la total, ver apartado 4), la asistencia a las sesiones de laboratorio es obligatoria. Sólo se permitirá faltar por motivos justificados y debidamente documentados a dos sesiones de prácticas. La falta a más sesiones, la falta injustificada, o la no recuperación de cualquier sesión de prácticas en el plazo que el profesor estipule, suponen la calificación de NO APTO en prácticas, que conlleva la no superación de la asignatura. Con objeto de crear un adecuado ambiente de trabajo, no se permitirá acceder al laboratorio 10 minutos después de que comience la sesión ni se podrá abandonarlo, salvo por causa justificada, antes de que finalice.

## 1.10. Datos del equipo docente

Nota: se debe añadir @uam.es a todas las direcciones de correo electrónico.

Profesor de teoría:

Dr. Jorge A. Ruiz Cruz (Coordinador)  
Departamento de Tecnología Electrónica y de las Comunicaciones  
Escuela Politécnica Superior  
Despacho - Módulo: C-218 Edificio C - 2ª Planta  
Teléfono: +34 914972801  
Correo electrónico: [jorge.ruizcruz](mailto:jorge.ruizcruz@uam.es)  
Página web: [www.eps.uam.es/~jrui](http://www.eps.uam.es/~jrui)  
Horario de atención al alumnado: Petición de cita previa por correo electrónico.

Profesor(es) de laboratorio:

(Por asignar)  
Departamento de Tecnología Electrónica y de las Comunicaciones  
Escuela Politécnica Superior  
Despacho: - Módulo: - Edificio: - Planta: -  
Teléfono: -  
Correo electrónico: -  
Página web: -  
Horario de atención al alumnado: -



Asignatura: Medios de Transmisión  
Código: 18502  
Centro: Escuela Politécnica Superior  
Titulación: Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación  
Nivel: Grado  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 6 ECTS

## 1.11. Objetivos del curso

MTX es una asignatura donde los estudiantes aprenden los fundamentos de los medios de transmisión para comunicaciones, analizando y diseñando circuitos básicos con líneas de transmisión, y los principales detalles de su implementación física y caracterización real en el laboratorio.

Más específicamente, la línea argumental de la asignatura se puede resumir del siguiente modo en tres grandes bloques:

- A) En los temas I y II se abordan los circuitos con líneas de transmisión; es por tanto un enfoque circuital donde se han introducido las líneas de transmisión para incorporar los efectos de propagación inherentes a cualquier intercambio de información a distancia propio de las telecomunicaciones. La línea de transmisión se usará como elemento para “transportar la señal” de un sitio a otro, pero también como componente a la hora de diseñar circuitos para sistemas de comunicaciones.
- B) En los temas III, IV se establece la relación de ese modelo circuital con el modelo electromagnético. Se establecen por tanto los parámetros de las líneas en relación a las dimensiones físicas del medio de transmisión. Se introducen también los modos TE y TM en guías de onda, así como otros medios de transmisión como fibras ópticas, y se proporciona el marco de referencia común que comparten todos estos sistemas.
- C) Esta descripción común de los medios de transmisión vista en el bloque B, permite generalizar los circuitos vistos en el bloque A, que es el objetivo del último tema V. Aquí se vuelve al enfoque circuital para describir las redes de alta frecuencia de manera unificada independientemente de los elementos que incluya (medios de transmisión funcionando en modos TEM, TE o TM, elementos concentrados,...). La herramienta básica para esta descripción serán los parámetros de dispersión (también llamados de scattering o parámetros S).

Paralelamente al desarrollo de la asignatura e integradas con las actividades en el aula, se realizarán las sesiones de laboratorio. Con ellas se pretende que el estudiante se familiarice con los instrumentos básicos asociados al diseño y análisis de circuitos con líneas de transmisión. Un objetivo fundamental es que el estudiante constate de manera crítica la validez de los modelos presentados en la parte teórica de la asignatura a través de diseños concretos construidos y medidos por el estudiante (y por ello esta parte tendrá una nota que es la mitad de la total).

Las competencias de la materia 4.1 de “Sistemas de Telecomunicación” son las siguientes:

- Capacidad para aplicar las técnicas en que se basan las redes, servicios y aplicaciones de telecomunicación tanto en entornos fijos como móviles, personales, locales o a gran distancia, con diferentes anchos de banda, incluyendo



telefonía, radiodifusión, televisión y datos, desde el punto de vista de los sistemas de transmisión.

- Capacidad de análisis de componentes y sus especificaciones para sistemas de comunicaciones guiadas y no guiadas.
- Capacidad para la selección de circuitos, subsistemas y sistemas de radiofrecuencia, microondas, radiodifusión, radioenlaces y radiodeterminación.
- Capacidad para la selección de antenas, equipos y sistemas de transmisión, propagación de ondas guiadas y no guiadas, por medios electromagnéticos, de radiofrecuencia u ópticos y la correspondiente gestión del espacio radioeléctrico y asignación de frecuencias.

En MTX se pretende hacer hincapié en la parte más relacionada con el nivel físico de esas competencias anteriores. Otras competencias generales que se trabajarán en la asignatura son:

DD2: 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 del ámbito de la ingeniería de tecnologías y servicios de telecomunicación.

ITT1: Capacidad para redactar, desarrollar y firmar proyectos en el ámbito de la ingeniería de telecomunicación que tengan por objeto, de acuerdo con los conocimientos adquiridos según lo establecido en el apartado 5 de esta orden, la concepción y el desarrollo o la explotación de redes, servicios y aplicaciones de telecomunicación y electrónica.

ITT6: Facilidad para el manejo de especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento.

ITT9: Capacidad de trabajar en un grupo multidisciplinar y en un entorno multilingüe y de comunicar, tanto por escrito como de forma oral, conocimientos, procedimientos, resultados e ideas relacionadas con las telecomunicaciones y la electrónica.

De manera más concreta, en la siguiente tabla se especifican las competencias que el estudiante adquirirá desglosadas por temas. Al final de cada tema el estudiante deberá ser capaz de:

OBJETIVOS ESPECIFICOS POR TEMA	
TEMA I.- Líneas de transmisión desde el punto de vista circuital	
1.1	Enunciar las ecuaciones que definen la onda de tensión y corriente en la línea de transmisión y sus parámetros fundamentales
1.2	Calcular el coeficiente de reflexión, impedancia y diagrama de onda estacionaria en una línea de transmisión



1.3	Obtener las onda de tensión incidente y reflejada en un circuito en función de la impedancia de generador y carga
1.4	Calcular la potencia entregada en una línea de transmisión en función de las potencias de la onda incidente y reflejada
1.5	Saber hacer los mismos cálculos en la línea de transmisión con pérdidas
<b>TEMA II.- Circuitos con líneas de transmisión. Adaptación de impedancias</b>	
2.1	Calcular las matrices de caracterización Z, Y, T de cuadripolos sencillos, incluyendo el de una línea de transmisión. Relacionar la matriz S con las amplitudes de ondas.
2.2	Saber generalizar el concepto de cuadripolo y de sus matrices de caracterización a circuitos de N puertas.
2.3	Enunciar las distintas condiciones equivalentes para la máxima transferencia de potencia. Definir los conceptos de adaptación de impedancias y resonancia.
2.4	Diferenciar el concepto de ausencia de onda reflejada del de máxima transferencia de potencia.
2.5	Establecer la relación entre coeficientes de reflexión e impedancias mediante la carta de Smith
2.6	Diseñar circuitos de adaptación usando Carta de Smith
<b>TEMA III.- Líneas de transmisión desde el punto de vista electromagnético. Ondas TEM, TE y TM guiadas por un medio de transmisión</b>	
3.1	Escribir la solución de campo electromagnético con componentes transversales y longitudinales en un sistema con simetría de traslación
3.2	Utilizar separación de variables para obtener las ecuaciones que rigen su comportamiento
3.3	Escribir el campo electromagnético de un modo TE, TM y TEM y describir sus parámetros fundamentales.
3.4	Analizar la constante de propagación y la impedancia de onda de un modo en función de las propiedades electromagnéticas del medio y la frecuencia
3.5	Enunciar el concepto de frecuencia de corte, modo fundamental, modo de orden superior y ancho de banda monomodo.
3.6	Calcular las pérdidas en los conductores e incorporar ese fenómeno al campo electromagnético
<b>TEMA IV.- Estudio particular de distintos medios de transmisión: modos de propagación más habituales en cada medio</b>	
4.1.	Para la guía rectangular, calcular el campo de los modos $TE_{mn}$ y $TM_{mn}$ , haciendo hincapié en el $TE_{10}$ , su frecuencia de corte y en el primer modo de orden superior
4.2	Para la guía circular, calcular el campo de los modos $TE_{c,sqr}$ y $TE_{c,sqr}$ haciendo hincapié en el $TE_{11}$ , su frecuencia de corte y en el primer modo de orden superior
4.3	Para el cable coaxial, calcular el campo del modo TEM, su impedancia característica, e identificar el primer modo superior.
4.4	Para la línea microstrip, comprender la diferencia entre modo TEM y cuasi-TEM; saber manejar la impedancia característica del modo cuasi-TEM de la microstrip e identificar el primer modo superior.



Asignatura: Medios de Transmisión  
Código: 18502  
Centro: Escuela Politécnica Superior  
Titulación: Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación  
Nivel: Grado  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 6 ECTS

4.5	Comprender las particularidades de la formulación del modelo electromagnético en las guías dieléctricas y las características fundamentales de una fibra óptica en pérdidas y dispersión.
4.6	Enunciar otros medios de transmisión
TEMA V.- Teoría de circuitos en sistemas de microondas	
5.1	Comprender que los circuitos de microondas están formados por multitud de elementos: enunciar casos con que incluyan (mezclados o por separado) secciones de medios de transmisión, elementos concentrados y elementos radiantes
5.2	Enunciar las limitaciones de los parámetros clásicos ( $Z, Y$ con $V, I$ ) de circuitos para describir circuitos de alta frecuencia
5.3	Definir la matriz $S$ en un caso general y las ondas de potencia que relaciona
5.4	Enunciar el significado físico de la matriz $S$ , sus propiedades y su valor en circuitos sencillos

## 1.12. Contenidos del programa

### Programa Sintético

- I. Líneas de transmisión desde el punto de vista circuital.
- II. Circuitos con líneas de transmisión. Adaptación de impedancias.
- III. Líneas de transmisión desde el punto de vista electromagnético. Ondas TEM, TE y TM guiadas por un medio de transmisión
- IV. Estudio particular de distintos medios de transmisión: modos de propagación más habituales en cada medio.
- V. Teoría de circuitos en sistemas de microondas.

### Programa Detallado

- I. Líneas de transmisión desde el punto de vista circuital.
  1. Ecuaciones de la línea de transmisión. Parámetros fundamentales.
  2. Definiciones de coeficiente de reflexión, impedancia y diagrama de onda estacionaria.
  3. Línea sin pérdidas con generador arbitrario ( $V_g$  y  $Z_g$ ) y terminada en carga arbitraria ( $Z_L$ ). Casos particulares de estudio:  $Z_g=Z_0$ ,  $Z_L=Z_0$ , línea en  $\lambda/2$ ,  $\lambda/4$ , corto, abierto, cambio de origen, cálculo de las ondas incidentes y reflejadas, potencia incidente, reflejada y entregada.
  4. Línea con pérdidas con generador arbitrario ( $V_g$  y  $Z_g$ ) y terminada en carga arbitraria ( $Z_L$ ). Comparación con la situación sin pérdidas en los casos particulares de estudio anteriores.





## II. Circuitos con líneas de transmisión. Adaptación de impedancias.

1. Circuitos formados por líneas de transmisión y elementos concentrados. Concepto de cuadripolo (y multi-polo) y caracterización mediante matrices  $Z, Y$  o  $T$ . Introducción de la matriz  $S$ .
2. Concepto de adaptación de impedancias y máxima transferencia de potencia en un circuito genérico.
3. Máxima transferencia de potencia en circuitos con líneas de transmisión y su relación con el coeficiente de reflexión.
4. Carta de coeficientes de reflexión e impedancias: la carta de Smith. Obtención de sus circunferencias y propiedades.
5. Ejemplo de aplicación en circuitos con líneas de transmisión y elementos concentrados.
6. Redes de adaptación de circuitos con líneas de transmisión y elementos concentrados usando la Carta de Smith.

## III. Líneas de transmisión desde el punto de vista electromagnético. Ondas TEM, TE y TM guiadas por un medio de transmisión.

1. Clasificaciones generales más habituales de los medios de transmisión. Ondas guiadas de acuerdo al modelo electromagnético.
2. Derivación de los modos de propagación de tipo TEM, TE y TM.
3. Concepto de frecuencia de corte, modo fundamental, modo superior, ancho de banda monomodo.
4. Clasificación de los medios de transmisión atendiendo al número de conductores; ejemplos de medios donde la tensión y la corriente no están unívocamente definidos.
5. Conexión entre el enfoque circuital y electromagnético: línea de transmisión como circuito equivalente de un modo de propagación. Estudio particular de la línea de transmisión asociada al modo TEM. Particularidades del caso TE y TM.
6. Efecto de las pérdidas en los conductores.

## IV. Estudio particular de distintos medios de transmisión: modos de propagación más habituales en cada medio.

1. Guía de onda rectangular
2. Guía de onda circular
3. Cable coaxial
4. Línea microstrip
5. Fibra óptica
6. Otros medios de transmisión.

## V. Teoría de circuitos en sistemas de microondas.



Asignatura: Medios de Transmisión  
Código: 18502  
Centro: Escuela Politécnica Superior  
Titulación: Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación  
Nivel: Grado  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 6 ECTS

1. Teoría general para circuitos de microondas formados por medios de transmisión, elementos concentrados, elementos radiantes,...
2. Formulación del problema con ondas de potencia. Definición de ondas de potencia entrantes (a) y salientes (b), generalizadas y no generalizadas.
3. Definición de la matriz de parámetros S. Significado físico de los parámetros S y sus propiedades.
4. Análisis de circuitos sencillos con parámetros S.

### 1.13. Referencias de consulta

Material de la asignatura:

Los documentos de trabajo que se vayan generando durante el curso (apuntes de cada tema, ejercicios, enunciados de exámenes, simulaciones de ordenador, soluciones de problemas, recomendaciones de estudio, ...) se pondrán a disposición de los estudiantes en formato electrónico y sin coste, a través de la página web de la asignatura.

Se hace hincapié en que estos materiales, especialmente los apuntes, son complementarios a la bibliografía existente, nunca sustitutos, dado que hay muchos libros sobre esta temática que casan muy bien con la asignatura y de excelente calidad.

Bibliografía:

A continuación se listan algunos libros de texto que contienen todo o gran parte del temario propuesto:

Bibliografía básica que cubre todo el curso:

- D. M. Pozar, "Microwave engineering", New York, John Wiley & Sons, 2005
- R. E. Collin, "Foundations for microwave engineering", IEEE Press, 2001

Bibliografía recomendada adicional para temas concretos:

- J.E. Page de la Vega, "Propagación de ondas guiadas", "Problemas de campos electromagnéticos", Servicio de Publicaciones, E.T.S.I. de Telecomunicación, Universidad Politécnica de Madrid.



Asignatura: Medios de Transmisión  
Código: 18502  
Centro: Escuela Politécnica Superior  
Titulación: Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación  
Nivel: Grado  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 6 ECTS

Bibliografía muy avanzada y de alto nivel para ampliación de algunos temas muy puntuales, que se recomendarán en algunas asignaturas posteriores:

- R. E. Collin, "Field theory of guided waves", IEEE Press, 1991
- C. Balanis, "Advanced engineering electromagnetics", John Wiley & Sons 1989.
- V.V. Nikolski, "Electrodinámica y propagación de ondas de radio", <http://www.urss.ru>, Editorial URSS, 1973.
- J. Uher, J. Bornemann, U. Rosenberg, "Waveguide components for antenna feed systems: theory and CAD", Artech House, 1993
- G. L. Matthaei, L. Young, E. M. T. Jones, "Microwave filters, impedance-matching networks, and coupling structures", Artech House, 1980
- R. J. Cameron, C. M. Kudsia, R. R. Mansour, "Microwave filters for communication systems: fundamentals, design, and applications", Wiley-Interscience, 2007

## 2. Métodos docentes

La actividad presencial se divide, de acuerdo con el horario de la asignatura, en tres horas semanales en el aula y dos horas semanales en el laboratorio.

Actividad en el aula:

La actividad en el aula se encuentra repartida en cuatro aspectos: clase de teoría, tutorías, resolución de problemas y tres pruebas escritas de evaluación continua (la forma de evaluación está detallada en el apartado 4).

Actividad en el laboratorio:

La actividad en el laboratorio en esta asignatura constituye una parte esencial de la misma, llegando a tener el mismo peso en la evaluación que las actividades centradas en la teoría (consultar apartado 4 de evaluación para más detalles). Las sesiones en el laboratorio están concebidas para la aplicación práctica de los contenidos desarrollados en el aula.

La aplicación práctica se divide en cuatro aspectos: simulación, diseño, construcción y medida de dispositivos con medios de transmisión. La actividad en el laboratorio se adecuará al ritmo de los contenidos teóricos vistos en el aula, incluyendo prácticas de simulación y diseño de dispositivos en el ordenador, así como la construcción y medida de los mismos. En caso de diseños complejos que requieran varias sesiones de laboratorio, existirán tutorías de laboratorio. Dependiendo del número de alumnos, alguna prueba de evaluación continua de la parte teórica se podría hacer en el laboratorio.

A continuación se describen más en detalle las actividades que se llevarán a cabo tanto en el aula como en el laboratorio. La metodología utilizada en el desarrollo de la actividad docente incluye los siguientes tipos de actividades:



Asignatura: Medios de Transmisión  
Código: 18502  
Centro: Escuela Politécnica Superior  
Titulación: Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación  
Nivel: Grado  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 6 ECTS

**\*Clases de teoría en el aula:**

**Actividad del profesor**

Clases expositivas combinadas con la realización de ejercicios sencillos. Se utilizará la pizarra, combinada con presentaciones en formato electrónico.

**Actividad del estudiante:**

*Actividad presencial:* Toma de apuntes, participar activamente en clase respondiendo a las cuestiones planteadas.

*Actividad no presencial:* Preparación de apuntes, estudio de la materia y realizaciones de ejercicios. El estudio no consistirá en la simple lectura de unos apuntes y un libro. El estudiante deberá tener una actitud activa en el estudio: demostrar con lápiz y papel cada uno de los resultados que se proponen, y comprobar luego que su derivación ha sido adecuada con los apuntes y/o libros. Finalmente (o en paralelo), deberá reflexionar sobre la interpretación física del resultado. Una vez se ha hecho esto, el estudiante abordará los ejercicios propuestos.

**\*Clases de problemas en el aula:**

**Actividad del profesor**

Consistirá en resolver los ejercicios indicados para tal fin, propuestos en la bibliografía recomendada y/o en exámenes de asignaturas previas con contenido y objetivos parciales similares. Estos ejercicios también pueden estar relacionados con los diseños del laboratorio.

**Actividad del estudiante:**

*Actividad presencial:* Participación activa en la resolución de los problemas y en el análisis de los resultados.

*Actividad no presencial:* Realización de otros ejercicios y problemas no resueltos en clase, y estudio de los planteados en las mismas.

**\*Tutorías en el aula:**

**Actividad del profesor:**

Tutorización a toda la clase en conjunto con el objetivo de resolver dudas comunes planteadas por los estudiantes. Las tutorías podrán ser orientadas con cuestiones/ejercicios/problemas señalados en clase para tal fin.

**Actividad del estudiante:**

*Actividad presencial:* Planteamiento de dudas individuales o en grupo y enfoque de posibles soluciones a las tareas planteadas.

*Actividad no presencial:* Redacción de preguntas. Estudio de las tareas marcadas y debate de las soluciones planteadas en el seno del grupo.

**\*Tutorías en el laboratorio:**

**Actividad del profesor:**



Asignatura: Medios de Transmisión  
Código: 18502  
Centro: Escuela Politécnica Superior  
Titulación: Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación  
Nivel: Grado  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 6 ECTS

Tutorización en grupos reducidos con el objetivo de resolver dudas planteadas por los estudiantes. Exposición de los resultados e ideas fundamentales de las pruebas escritas de evaluación continua.

Actividad del estudiante:

*Actividad presencial:* Planteamiento de dudas individuales o en grupo y enfoque de posibles soluciones a las tareas planteadas.

*Actividad no presencial:* Estudio de las tareas marcadas y debate de las soluciones planteadas en el seno del grupo.

\*Sesiones de simulación y diseño en el laboratorio:

Actividad del profesor:

Primera parte expositiva, una segunda parte de supervisión en el proceso de simulación y diseño y una parte final de análisis del resultado y generalización a otros tipos de problemas.

Actividad del estudiante:

*Actividad presencial:* Participación activa en simulación y diseño de los problemas y en el análisis de los resultados. Identificación de las ideas usadas en el diseño.

*Actividad no presencial:* Relacionar con la teoría de la asignatura.

\*Sesiones de construcción y medida en el laboratorio:

Actividad del profesor:

Guiar el proceso de construcción y medida: presentar los medios para hacerlo y explicar su uso.

Actividad del estudiante:

*Actividad presencial:* Realización de la construcción y medida guiado por el profesor.

*Actividad no presencial:* Entrega del fichero que define la estructura física a construir y tener preparada la simulación de esa estructura para comparar con los resultados medidos.

### 3. Tiempo de trabajo del estudiante

Actividades		Horas (%)	Horas (%)
Presencial	Clases teóricas en el aula	28 (18.9%)	74 h. (50.7%)
	Clases de problema en el aula	6 (4.0%)	
	Tutorías en el aula	2 (1.4%)	
		42h = 3h/sem. x 14 sem.	



Asignatura: Medios de Transmisión  
Código: 18502  
Centro: Escuela Politécnica Superior  
Titulación: Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación  
Nivel: Grado  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 6 ECTS

	Realización de pruebas de conocimiento en el aula		6 (4.1%)	
	Diseños y simulaciones en el laboratorio	26h = 2h/sem. x 13 sem.	18 (12.2%)	
	Construcción y medida		4 (2.7%)	
	Tutorías en el laboratorio		2 (1.4%)	
	Realización de pruebas de conocimiento en el laboratorio		2 (1.4%)	
	Realización del examen de la convocatoria ordinaria y extraordinaria		6 (4.1%)	
No presencial	Actividades en horas no presenciales (estudio, ejercicios, planteamiento de dudas,...)		26 (17.6%)	76 h (49.3%)
	Preparación entregas de prácticas		26 (17.6%)	
	Preparación exámenes (*)		22 (14.9%)	
Carga total de horas de trabajo: 25 horas x 6 ECTS			150 horas (100%)	

(\*) Incluye la convocatoria ordinaria y la extraordinaria

#### 4. Métodos de evaluación y porcentaje en la calificación final

La evaluación de la asignatura, o nota final (NF), dependerá de la nota de teoría (TE) y de la nota de prácticas (PR), en la siguiente proporción:

$$NF = 0.5 \cdot TE + 0.5 \cdot PR$$

Ambas partes, TE y PR se puntúan sobre 10 puntos. Es necesario obtener una calificación mínima de 4.5 puntos en TE y PR para poder aplicar la expresión anterior. Si no se cumple esta condición, la calificación numérica que se hará constar en actas será:

$$NF = 0.5 \cdot \min(5, TE) + 0.5 \cdot \min(5, PR)$$

Nota de teoría, TE:

La nota de teoría TE será el resultado de uno de los dos procesos de evaluación que se describen:

- 1- Evaluación continua (TE-C): se basará en la asistencia a las actividades presenciales programadas (ver indicador APA en apartado 1.9) y la realización de las 3 pruebas de evaluación continua (TEC1, TEC2, TEC3, puntuadas cada una sobre 10 puntos) planificadas en el transcurso de la asignatura (ver apartado 5).



Asignatura: Medios de Transmisión  
Código: 18502  
Centro: Escuela Politécnica Superior  
Titulación: Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación  
Nivel: Grado  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 6 ECTS

- 2- Evaluación única (TE-U): la realización de una prueba o examen final (TEF) planificado en la convocatoria ordinaria o en la convocatoria extraordinaria de la asignatura.

Las pruebas de evaluación se realizarán sin libros ni apuntes (a no ser que para alguna parte se deje material adicional, en cuyo caso se especificará). Constarán de dos partes: preguntas breves de índole teórico-práctico y resolución de uno o varios ejercicios prácticos similares a los que se han propuesto y realizado durante el curso.

La *evaluación continua* será el proceso asumido por defecto. El resultado de este proceso será una media ponderada de las pruebas realizadas, aumentada por el indicador de asistencia:

$$TE=TE-C= 0.3*TEC1 + 0.35*TEC2 + 0.35*TEC3 + APA/20$$

En TEC1 y TEC2 no habrá nota mínima de corte para aplicar la fórmula anterior. *En TEC3, para aplicar la anterior fórmula, la nota deberá ser mayor o igual a 4.0.* En cada prueba TEC1, TEC2, TEC3, entrará todo el temario visto hasta la fecha de su realización (no se descarta temario), pero teniendo más importancia lo visto desde la última prueba.

La *evaluación única* es el proceso excepcional dirigido a estudiantes que o bien no siguen el proceso de evaluación continua (TE-C=0), o bien, habiéndolo seguido, optan por presentarse a un examen final (TEF) para aprobar o aumentar su nota. En este caso la calificación se obtendrá según:

$$TE=TE-U= \max(TEF, TE-C)$$

La calificación de teoría sólo se conserva para la convocatoria extraordinaria del mismo curso académico.

Los estudiantes que no realicen un examen final ni 2 de las 3 pruebas de evaluación continua recibirán en esta parte de teoría la calificación de “no evaluado”.

Nota de prácticas, PR:

Debido al carácter eminentemente práctico de la asignatura, la nota de prácticas posee un único método de evaluación: evaluación continua.

La nota de prácticas se calculará como la media ponderada de tres entregas (PR1, PR2, PR3), cada una de ellas puntuada sobre 10 puntos:

$$NPR = 0,3 \cdot PR1 + 0,4 \cdot PR2 + 0,3 \cdot PR3$$

Las entregas consistirán en informes sobre análisis, simulaciones y diseño de los circuitos asociados a cada práctica. En las prácticas que haya construcción y medida, también se incluirán estos aspectos.



Asignatura: Medios de Transmisión  
Código: 18502  
Centro: Escuela Politécnica Superior  
Titulación: Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación  
Nivel: Grado  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 6 ECTS

Durante el curso, se evaluará la posibilidad de realizar un trabajo cuya nota influya tanto en la parte de teoría como de prácticas.

Las prácticas se harán en grupos de dos alumnos (o eventualmente en grupos de tres).

Si por motivos de asistencia (ver apartado 1.9) un estudiante recibiera la calificación de NO APTO en prácticas, su nota de prácticas será 0.

La calificación de prácticas sólo se conserva para la convocatoria extraordinaria del mismo curso académico.

Los estudiantes que no realicen al menos 2 de las 3 entregas de prácticas recibirán la calificación de “no evaluado”.

**ATENCIÓN:** Cualquier copia descubierta que se haya realizado a lo largo del curso, tanto en cualquiera de las actividades de teoría desarrolladas, como en cualquiera de los apartados de las prácticas, serán penalizadas con rigurosidad. Cualquier copia o plagio será penalizado siguiendo las normativas de la UAM y de la EPS.

## 5. Cronograma

Semana	Contenido y Actividades, durante un curso de 14 semanas para las Horas presenciales en el aula (total 42 h en las 14 semanas) Horas presenciales en el laboratorio (total 26 h en trece sesiones de 2h)
1	<p>Horas presenciales en el aula (3)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Tema I. Líneas de transmisión desde el punto de vista circuital.</li></ul> <p>Horas presenciales en el laboratorio: No hay</p> <p>Horas no presenciales (5)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Relacionar esta asignatura con el contexto de la carrera</li><li>- Revisión de los conceptos de clase</li><li>- Resolución de los problemas de líneas de transmisión de FTPO</li></ul>
2	<p>Horas presenciales en el aula (3)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Tema I (cont).</li></ul> <p>Horas presenciales en el laboratorio (2)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- <i>Práctica I: Diseño de divisor pasivo 1 a 4, o acoplador branchline+divisor 1a 2, o doble wilkinson con ADS y líneas de transmisión ideales (TLIN) . Sesión 1.</i></li></ul> <p>Horas no presenciales (3)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Aplicación de los ejercicios de clase al diseño propuesto</li><li>- Resolución de problemas</li></ul>
3	





	<p>Horas presenciales en el aula (3)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Tema I (cont).</li><li>- Tema II. Circuitos con líneas de transmisión. Adaptación de impedancias.</li></ul> <p>Horas presenciales en el laboratorio (2)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Práctica I (cont). Sesión 2.</li></ul> <p>Horas no presenciales (3)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Revisar y redactar/formular preguntas sobre los temas vistos</li><li>- Resolución de problemas</li></ul>
4	<p>Horas presenciales en el aula (3)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Tema II (cont)</li></ul> <p>Horas presenciales en el laboratorio (2)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Práctica I (cont). Sesión 3.</li></ul> <p>Horas no presenciales (3)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Preparar la entrega de prácticas</li></ul>
5	<p>Horas presenciales en el aula (3)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Tema II (cont)</li></ul> <p>Horas presenciales en el laboratorio (2)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Sesión de ejercicios de líneas de transmisión</li></ul> <p>Horas no presenciales (3)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Revisión de los conceptos de clase</li><li>- Resolución de problemas</li></ul>
6	<p>Horas presenciales en el aula (3)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Tema II (cont)</li></ul> <p>Horas presenciales en el laboratorio (2)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Práctica II. Implementación de la práctica I en microstrip. Sesión 1.</li></ul> <p>Horas no presenciales (3)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Revisión de los conceptos de clase</li><li>- Resolución de problemas</li></ul>
7	<p>Horas presenciales en el aula (3)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Tema III. Líneas de transmisión desde el punto de vista electromagnético. Ondas TEM, TE y TM guiadas por un medio de transmisión</li></ul> <p>Horas presenciales en el laboratorio (2)</p>



	<p>- Práctica II (cont). Sesión 2.</p> <p>Horas no presenciales (3)</p> <p>- Revisión de los conceptos de clase - Resolución de problemas</p>
8	<p>Horas presenciales en el aula (3)</p> <p>- Tema III (cont)</p> <p>Horas presenciales en el laboratorio (2)</p> <p>- Práctica II (cont). Sesión 3.</p> <p>Horas no presenciales (3)</p> <p>- Preparar la entrega de prácticas</p>
9	<p>Horas presenciales en el aula (3)</p> <p>- Tema IV . Estudio particular de distintos medios de transmisión: modos de propagación más habituales en cada medio.</p> <p>Horas presenciales en el laboratorio (2)</p> <p>- Práctica II (cont). Sesión 4. Construcción en taller de los circuitos diseñados en microstrip.</p> <p>Horas no presenciales (3)</p> <p>- Revisión de los conceptos de clase - Resolución de problemas</p>
10	<p>Horas presenciales en el aula (3)</p> <p>- Tema IV (cont)</p> <p>Horas presenciales en el laboratorio (2)</p> <p>- Práctica II (cont). Sesión 5. Medida de los circuitos construidos con analizador de redes.</p> <p>Horas no presenciales (3)</p> <p>- Revisión de los conceptos de clase - Resolución de problemas</p>
11	<p>Horas presenciales en el aula (3)</p> <p>- Tema IV (cont)</p> <p>Horas presenciales en el laboratorio (2)</p> <p>- Práctica III: Caracterización de guías rectangulares y circulares en CST y diseño de transformadores en guía rectangular. Sesión 1.</p> <p>Horas no presenciales (3)</p> <p>- Revisión de los conceptos de clase - Resolución de problemas</p>



Asignatura: Medios de Transmisión  
Código: 18502  
Centro: Escuela Politécnica Superior  
Titulación: Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación  
Nivel: Grado  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 6 ECTS

12	<p>Horas presenciales en el aula (3)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Tema V. Teoría de circuitos en sistemas de microondas</li></ul> <p>Horas presenciales en el laboratorio (2)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Práctica III (cont). Sesión 2.</li></ul> <p>Horas no presenciales (3)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Resolución de problemas de los temas vistos</li><li>- Revisar y redactar/formular preguntas sobre los temas vistos</li></ul>
13	<p>Horas presenciales en el aula (3)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Tema V (cont)</li></ul> <p>Horas presenciales en el laboratorio (2)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Práctica III (cont). Sesión 3.</li></ul> <p>Horas no presenciales (3)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Preparación de la prueba de TEC3 (revisión de teoría y problemas)</li></ul>
14	<p>Horas presenciales en el aula (3)</p> <p>Horas presenciales en el laboratorio (2)</p> <p>Horas no presenciales (3)</p> <p>Semana que depende de como se hayan distribuido las fechas del curso. Estas horas adicionales, cuando se disponga de ellas, se distribuirán para las pruebas de evaluación continua y/o reforzar alguna parte que haya quedado menos clara.</p>