



Asignatura: Teoría de la Información para Comunicaciones (TICom)
Código: 32641
Institución: Escuela Politécnica Superior
Programa: Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación (ing.tel)
Nivel: Máster
Tipo: Obligatoria
ECTS: 6

GUÍA DOCENTE: Teoría de la Información para Comunicaciones (ID)

Curso Académico: 2016-2017

Programa: Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación (ing.tel)
Centro: Escuela Politécnica Superior
Universidad: Universidad Autónoma de Madrid

Última modificación: 06/05/2016



Asignatura: Teoría de la Información para Comunicaciones (TICom)
Código: 32641
Institución: Escuela Politécnica Superior
Programa: Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación (ing.tel)
Nivel: Máster
Tipo: Obligatoria
ECTS: 6

1. ASIGNATURA (ID)

Teoría de la Información para Comunicaciones (TICom)

1.1. Programa

Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación (ing.tel)

1.2. Código asignatura

32641

1.3. Área de la asignatura

TSC

1.4. Tipo de asignatura

Obligatoria

1.5. Semestre

Primer semestre

1.6. Créditos

6 ETCS

1.7. Idioma de impartición

Las clases se impartirán en castellano, sin perjuicio a que algunos seminarios pudiesen ser impartidos en inglés.

El material docente se proporcionará fundamentalmente en inglés, sin perjuicio de que pueda ser aclarado en castellano en las clases presenciales. En caso de problemas con el material por el hecho de estar en inglés, se tomarán medidas para que el estudiante pueda superar la asignatura.

1.8. Recomendaciones / Requisitos previos

Debido a su ubicación dentro del plan de estudios del Máster, la asignatura no requiere de conocimientos previos obligatorios más allá de los necesarios para ser admitido en el mismo. Sin embargo, sería muy deseable que se tuvieran



Asignatura: Teoría de la Información para Comunicaciones (TICom)
Código: 32641
Institución: Escuela Politécnica Superior
Programa: Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación (ing.tel)
Nivel: Máster
Tipo: Obligatoria
ECTS: 6

conocimientos sólidos de probabilidad, estadística y procesos y señales aleatorias. Para ello, se recomienda encarecidamente consultar la siguiente bibliografía recomendada:

- P. Peebles. “Probability, Random Variables And Random Signal Principles”. McGraw Hill, 2002.
- A. Papoulis. “Probability, Random Variables And Stochastic Processes”. McGraw Hill, 2002.

1.9. Datos del equipo docente

Nota: se debe añadir @uam.es a todas las direcciones de correo electrónico. Incluir sólo los datos del coordinador

Profesores de teoría y prácticas:

Dr. Daniel Ramos Castro (Coordinador)
Departamento de Tecnología Electrónica y de las Comunicaciones
Escuela Politécnica Superior
Despacho: C-208
Tel.: +34 914976206
e-mail: daniel.ramos
Web: <http://arantxa.ii.uam.es/~dramos/>

Dr. José María Martínez Sánchez
Departamento de Tecnología Electrónica y de las Comunicaciones
Escuela Politécnica Superior
Despacho: C-201
Tel.: +34 914972258
e-mail: josem.martinez
Web: <http://www-vpu.eps.uam.es/>

Profesores de prácticas:

Dr. Aythami Morales Moreno
Departamento de Tecnología Electrónica y de las Comunicaciones
Escuela Politécnica Superior
Office: C-109 Edificio C - 1ª Planta
Tel.: +34 914973363
e-mail: aythami.morales
Web: <http://atvs.ii.uam.es/>

Diego Ortego Hernández
Departamento de Tecnología Electrónica y de las Comunicaciones
Escuela Politécnica Superior
Office: C-111 Edificio C - 1ª Planta



Asignatura: Teoría de la Información para Comunicaciones (TICom)
Código: 32641
Institución: Escuela Politécnica Superior
Programa: Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación (ing.tel)
Nivel: Máster
Tipo: Obligatoria
ECTS: 6

Tel.: +34 914972260
e-mail: diego.ortego
Web: <http://www-vpu.eps.uam.es/>

1.10. Objetivos del curso

El objetivo general de esta asignatura es proporcionar a los estudiantes unos fundamentos sólidos de teoría de la información y su aplicación a la codificación de fuente y de canal.

La asignatura parte de una aproximación simplificada al planteamiento de la Teoría de la Información clásico, desde el punto de vista probabilístico. Para ello, y tras un repaso de los fundamentos probabilísticos necesarios, se profundizará en conceptos como entropía de Shannon, información mutua, entropía relativa, etc.

A continuación se profundizará en el modelado de los canales no ideales desde el punto de vista teórico, ahondando en conceptos como capacidad del canal, tipos de canales como el canal gaussiano, etc. Dichos conceptos servirán para describir esquemas de codificación de canal y modulación adaptativa, con un enfoque orientado a procedimientos presentes en los actuales sistemas de comunicaciones.

Tras ello, la asignatura aborda conceptos de codificación de fuente desde un punto de vista teórico y las implicaciones de su realización práctica. Estos conceptos serán desarrollados y particularizados en relación con técnicas de compresión sin pérdidas utilizados en la actualidad. Se hará énfasis en cómo dichos conceptos son implementados en la práctica.

Los resultados del aprendizaje esperados son los siguientes:

- Capacidad para aplicar métodos de la teoría de la información, la modulación adaptativa y codificación de canal, así como técnicas avanzadas de procesado digital de señal a los sistemas de comunicaciones.
- Capacidad para aplicar métodos de la teoría de la información, la codificación de canal y la codificación de fuente a los sistemas audiovisuales.

A continuación, se especifican los objetivos generales y específicos de la asignatura Teoría de la Información para Comunicaciones que pretenden alcanzarse.

OBJETIVOS GENERALES	
G1	Comprender los conceptos básicos de Teoría de la Información, como para poder dar soluciones a problemas teóricos complejos utilizando dichos conceptos.
G2	Entender los conceptos de Teoría de la Información relacionados con la caracterización y codificación de canal, como para poder caracterizar dicho canal de forma teórica a partir de dichos conceptos.
G3	Ejemplificar los conceptos teóricos adquiridos en esquemas de caracterización y modelado de canal utilizados en sistemas prácticos de comunicaciones y de manejo de contenidos multimedia, con énfasis en modulación y codificación de canal adaptativas.
G4	Entender los conceptos de Teoría de la Información relacionados con la codificación de fuente sin pérdidas, como para poder caracterizar una fuente con o sin pérdidas de forma teórica .



Asignatura: Teoría de la Información para Comunicaciones (TICom)
Código: 32641
Institución: Escuela Politécnica Superior
Programa: Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación (ing.tel)
Nivel: Máster
Tipo: Obligatoria
ECTS: 6

OBJETIVOS GENERALES	
G5	Ejemplificar los conceptos teóricos adquiridos en esquemas de codificación de fuente sin pérdidas utilizados en sistemas prácticos de comunicaciones y de compresión de contenidos multimedia.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	
TEMA 1.- Teoría de la Información	
1.1.	Repasar y asentar los conceptos básicos de probabilidad y estadística necesarios para el entendimiento de la Teoría de la Información
1.2.	Conocer y dominar los conceptos básicos de la Teoría de la Información, como entropía, información mutua, divergencia, entropía diferencial, etc.; así como los elementos más relevantes para manejar dichas magnitudes (desigualdades, teoremas, etc.).
TEMA 2.- Capacidad y Codificación de Canal	
2.1.	Conocer y manejar los elementos de la Teoría de la Información útiles para el modelado de canales, en concreto los relacionados con la capacidad del canal y el teorema de la codificación de canal.
2.2.	Conocer el canal gaussiano, y ser capaz de entender modelos teóricos sencillos del mismo.
2.3.	Conocer y dominar esquemas básicos de codificación de canal, y ser capaz de aportar soluciones a problemas relacionados con la detección y corrección de errores.
2.4.	Conocer esquemas de codificación de canal y de modulación adaptativos, con ejemplos de sistemas de comunicaciones utilizados en la práctica.
Codificación de Fuente	
3.1.	Conocer los fundamentos teóricos de la codificación de fuente, en concreto relacionados con la codificación sin pérdidas.
3.2.	Conocer los principales esquemas de codificación de fuente sin pérdidas en sistemas actuales de comunicaciones y de compresión de contenidos multimedia.
3.3.	Ser capaz de caracterizar esquemas de codificación de fuente sin pérdidas, así como de aportar soluciones a problemas en los que la información deba manejarse de la forma más eficiente.
3.4.	Ejemplificar los fundamentos teóricos adquiridos en esquemas de codificación de fuente sin pérdidas en casos prácticos, logrando obtener soluciones que hagan realizables los conceptos teóricos.

Contenidos del programa

1. Teoría de la Información

- 1.1. Fundamentos Probabilísticos de la Teoría de la Información
- 1.2. Elementos de la Teoría de la Información



Asignatura: Teoría de la Información para Comunicaciones (TICom)
Código: 32641
Institución: Escuela Politécnica Superior
Programa: Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación (ing.tel)
Nivel: Máster
Tipo: Obligatoria
ECTS: 6

2. Capacidad y Codificación de Canal

- 2.1. Capacidad de Canal
- 2.2. Canal Gaussiano
- 2.3. Esquemas de codificación de canal
- 2.4. Codificación y Modulación Adaptativas (*Adaptive Modulation and Coding, AMC*)

3. Codificación de Fuente

- 3.1. Fundamentos Teóricos de la Codificación de Fuente
- 3.2. Tipos de códigos de fuente sin pérdidas
- 3.3. Códigos prefijo
- 3.4. Codificación aritmética
- 3.5. Códigos universales LZ
- 3.6. Codificación distribuida
- 3.7. Introducción a los fundamentos de la codificación con pérdidas

1.11. Bibliografía

Los recursos para el aprendizaje por unidad se detallan a continuación. Se distinguen entre lecturas básicas y lecturas recomendadas.

Textos básicos:

- T. Cover and J. Tomas. “Elements of Information Theory, 2nd Ed.”. John Wiley and Sons, 2006.
- J. Proakis. “Digital Communications, 5th Edition”. McGraw Hill, 2007.

Textos complementarios:

- D. McKay. “Information Theory, Inference, and Learning Algorithms”. Cambridge University Press, 2006. Versión online gratuita en <http://www.inference.phy.cam.ac.uk/itila/book.html>.
- J. M. Hernando. “Comunicaciones Móviles, 2ª ed”. Centro de Estudios Universitarios Ramón Areces, 2004.
- E. Dahlman y otros. “3G Evolution. HSPA and LTE for Mobile Broadband, 2nd Ed.” Academic Press, 2008.
- P. Peebles. “Probability, Random Variables And Random Signal Principles”. McGraw Hill, 2002.
- A. Papoulis. “Probability, Random Variables And Stochastic Processes”. McGraw Hill, 2002.
- D. Salomon, “Data Compression”, 3rd ed., Springer, 2004

Materiales complementarios (transparencias y apuntes disponibles de forma gratuita):



Asignatura: Teoría de la Información para Comunicaciones (TICom)
Código: 32641
Institución: Escuela Politécnica Superior
Programa: Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación (ing.tel)
Nivel: Máster
Tipo: Obligatoria
ECTS: 6

Para algunas partes de la asignatura no cubiertas por la bibliografía básica o complementaria, se facilitarán transparencias o materiales de calidad disponibles en la red (como materiales de cursos MIT OpenCourseWare o similares). No obstante, las transparencias son sólo el guión de clase y la referencia a los libros que se han de consultar para tener un máximo aprovechamiento de la asignatura.

1.12. Metodología docente

Las clases presenciales programadas en esta asignatura están orientadas a las explicaciones teóricas, a la resolución de problemas, a las prácticas en laboratorio y a la evaluación continua. La actividad presencial se divide, de acuerdo con el horario de la asignatura, en cuatro horas semanales.

Actividad en el aula:

La actividad en el aula se encuentra repartida en tres aspectos: explicaciones teóricas, resolución de problemas y evaluación continua.

La evaluación continua consistirá en la realización de varias pruebas de una ó dos horas cada una, a realizar en el horario de teoría de la asignatura.

Aparte de las sesiones especiales de evaluación, el resto de sesiones en el aula se dividirán aproximadamente, en cómputo global, en un 60% dedicado a las explicaciones teóricas y un 40% dedicado a la realización de ejemplos y problemas, tanto en pizarra como con medios informáticos. Las explicaciones teóricas resumirán los conceptos más importantes de cada tema, pero se considera esencial que los estudiantes profundicen posteriormente empleando la bibliografía de la asignatura. Esto último es especialmente importante dado el reducido número de horas presenciales con respecto a los ECTS con los que la asignatura cuenta.

Actividad en el laboratorio:

La sesión presencial de prácticas está pensada para introducir la misma, y para dar una guía inicial. Sin embargo, se cuenta con que las prácticas se deben completar fuera del horario de laboratorio, de acuerdo con la carga programada para ello. Las sesiones prácticas se desarrollarán, a poder ser, de forma individual, aunque en caso de existir limitaciones logísticas se formarán parejas. En cualquier caso, la evaluación es completamente individual.

Las prácticas consistirán en desarrollos de proyectos para aplicar lo aprendido en las sesiones de teoría.



Asignatura: Teoría de la Información para Comunicaciones (TICom)
Código: 32641
Institución: Escuela Politécnica Superior
Programa: Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación (ing.tel)
Nivel: Máster
Tipo: Obligatoria
ECTS: 6

1.13. Trabajo del estudiante

		Horas	%	Horas	%
Presencial	Clases - Explicación teoría	18	12%	63	42%
	Clases - Resolución de problemas	10	6,7%		
	Clases - Prácticas	28	18,7%		
	Pruebas de evaluación (*)	4+3=7	4,7%		
No presencial	Estudio semanal regulado	42	28%	87	58%
	Estudio y finalización de prácticas	25	16,7%		
	Preparación exámenes (*)	20	13,3%		
Carga total de horas de trabajo: 25 horas x 6 ECTS		150	100%	150	100%

(*) Incluye pruebas de evaluación continua y finales de teoría.

1.14. 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:

$$NF = 0.7*TE+0.3PR$$

Ambas partes, TE y PR se puntúan sobre 10 puntos. Es necesario obtener una calificación mínima de 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:

$$NF = 0.7*\text{Mín}(5,TE) + 0.3*\text{Mín}(5,PR)$$

Si un estudiante recibe la calificación de “no evaluado” en teoría o en prácticas, su nota final será “no evaluado”.

Nota de teoría, TE:



Asignatura: Teoría de la Información para Comunicaciones (TICom)
Código: 32641
Institución: Escuela Politécnica Superior
Programa: Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación (ing.tel)
Nivel: Máster
Tipo: Obligatoria
ECTS: 6

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

- 1- Evaluación continua (TE-C).
- 2- Evaluación única (TE-U).

Todas las pruebas de evaluación se realizarán sin libros ni apuntes, y no se permitirá el uso de teléfonos móviles, etc. Cada prueba de evaluación consistirá en un conjunto de ejercicios de uno o varios de estos tipos: problemas, preguntas cortas de desarrollo y/o pruebas de respuesta múltiple.

La **evaluación continua** será el proceso asumido por defecto: la nota final de teoría será la media de dos pruebas de evaluación continua (puntuadas sobre 10 puntos), EC1 y EC2, planificadas en el transcurso de la asignatura. El resultado de este proceso será una media de las pruebas realizadas, de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$TE-C = 0.5*EC1 + 0.5*EC2$$

La nota de todas las pruebas EC1 y EC2 debe ser cada una de ellas mayor o igual que 3.0 (sobre 10). En caso de que al menos una de las pruebas tenga una calificación inferior a 3.0, se aplicará la siguiente fórmula:

$$TE-C = 0.5*\text{Mín}(3,EC1) + 0.5*\text{Mín}(3,EC2)$$

El temario que se evalúa en cada prueba de evaluación continua es el siguiente:

- EC1: Temas 1 y 2.
- EC2: Tema 3.

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 (EF) para aprobar o aumentar su nota. Dicho examen final constará de dos partes, que puntúan lo mismo cada una de ellas, y que cubren los siguientes contenidos:

- EU1: Temas 1 y 2.
- EU2: Tema 3.

La calificación se obtendrá según:

$$TE-U = 0,5*\text{Max}(EC1,EU1) + 0,5*\text{Max}(EC2,EU2)$$

Por ejemplo, si un estudiante aprobó holgadamente en EC1, pero suspendió EC2 con menos de un 3, se podría presentar sólo a EU2, sin necesidad de presentarse a EU1.



Asignatura: Teoría de la Información para Comunicaciones (TICom)
Código: 32641
Institución: Escuela Politécnica Superior
Programa: Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación (ing.tel)
Nivel: Máster
Tipo: Obligatoria
ECTS: 6

La nota de todas las pruebas EU1 y EU2 debe ser cada una de ellas mayor o igual que 3.0 (sobre 10). En caso de que al menos una de las pruebas tenga una calificación inferior a 3.0, se aplicará la siguiente fórmula:

$$TE-U = 0.5 * \text{Mín}(3, \text{Max}(EC1, EU1)) + 0.3 * \text{Mín}(3, \text{Max}(EC2, EU2))$$

Nota importante: con el objetivo de organizar la logística del examen TE-U, un estudiante que se desee presentar únicamente a EU1 ó a EU2 debe avisar al coordinador de la asignatura por escrito con un plazo mínimo de una semana antes del TE-U. Si esto no ocurre, se entenderá que dicho estudiante, en caso de presentarse a TE-U, se presentará al examen completo.

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

Los estudiantes que no realicen al menos 2 de las 3 pruebas de evaluación continua, o que habiendo realizado estas no realicen alguna de las partes de la evaluación única (TE-U) correspondientes a las partes no superadas de continua, recibirán la calificación de “no evaluado”.

Nota de prácticas, PR:

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

- 1- Evaluación continua (PR-C): valoración promedio de los resultados de una prueba por cada una de las prácticas.
- 2- Evaluación única (PR-U): la realización de una prueba o examen final de prácticas (PRF) planificado en la convocatoria ordinaria o en la convocatoria extraordinaria de la asignatura.

La **evaluación continua** será el proceso asumido por defecto. Sólo se podrá evaluar el laboratorio mediante evaluación única en circunstancias excepcionales debidamente justificadas.

La asistencia al laboratorio es obligatoria. La evaluación de cada práctica se realizará mediante una prueba por cada práctica, que se determinará en el guion de la misma, y que podría ser un examen presencial con fecha a determinar, una memoria a entregar al profesor, etc. De esta forma, PR-C será el promedio de todas las notas de cada una de las cuatro prácticas.

La **evaluación única** es el proceso excepcional dirigido a estudiantes que por causas excepcionales debidamente justificadas no siguen el proceso de evaluación continua (PR-C=0). También es la única posibilidad de evaluación en convocatorias extraordinarias.



Asignatura: Teoría de la Información para Comunicaciones (TICom)
Código: 32641
Institución: Escuela Politécnica Superior
Programa: Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación (ing.tel)
Nivel: Máster
Tipo: Obligatoria
ECTS: 6

Nota importante sobre los exámenes prácticos de tipo PR-U, tanto en convocatoria ordinaria como extraordinaria: por motivos de organización, ha de solicitarse expresamente al coordinador de la asignatura al menos dos semanas antes del inicio de los exámenes de la convocatoria correspondiente.

El examen final de prácticas (PRF) consistirá en la realización, durante 3 horas, de ejercicios teórico-prácticos cubriendo la diversidad de contenidos del temario. No se permitirá el uso de código desarrollado con anterioridad, libros ni apuntes.

La calificación final de prácticas se obtendrá según:

$$PR = \text{Max}(PRF, PR-C)$$

Si por motivos de asistencia (ver arriba) un estudiante es declarado 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, salvo si es superior a 7 puntos, en cuyo caso se conserva indefinidamente.

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, siguiendo las normativas de la UAM y de la EPS.



Asignatura: Teoría de la Información para Comunicaciones (TICom)
Código: 32641
Institución: Escuela Politécnica Superior
Programa: Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación (ing.tel)
Nivel: Máster
Tipo: Obligatoria
ECTS: 6

1.15. Planificación / Cronograma

El siguiente cronograma indica la distribución *orientativa* de contenido, incluyendo la programación de las pruebas de evaluación sobre dicho contenido.

- Tema 1:
 - Teoría: 2 semanas
 - Evaluación: examen teórico-práctico
- Tema 2:
 - Teoría: 5 semanas
 - Laboratorio: 7 horas
 - Evaluación: examen teórico-práctico
- Tema 3:
 - Teoría: 7 semanas
 - Laboratorio: 7 horas
 - Evaluación: exámenes teórico-práctico.