



POLITÉCNICA

CAMPUS  
DE EXCELENCIA  
INTERNACIONAL

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingeniería y Sistemas  
de Telecomunicación

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**595010347 - Sistemas globales de navegación por satélite**

### PLAN DE ESTUDIOS

59SC - Grado En Ingeniería De Sistemas De Telecomunicación

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2018/19 - Segundo semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Requisitos previos obligatorios.....	2
4. Conocimientos previos recomendados.....	2
5. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
6. Descripción de la asignatura y temario.....	3
7. Cronograma.....	7
8. Actividades y criterios de evaluación.....	10
9. Recursos didácticos.....	14
10. Otra información.....	14

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	595010347 - Sistemas globales de navegacion por satélite
<b>No de créditos</b>	4.5 ECTS
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Curso</b>	Tercero curso
<b>Semestre</b>	Sexto semestre
<b>Período de impartición</b>	Febrero-Junio
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	59SC - Grado en ingeniería de sistemas de telecomunicacion
<b>Centro en el que se imparte</b>	59 - Escuela Tecnica Superior de Ingeniería y Sistemas de Telecomunicacion
<b>Curso académico</b>	2018-19

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías</b> *
Carlos Cortes Alcala		carlos.cortes@upm.es	Sin horario.
Carlos Felipe Rueda Frias (Coordinador/a)		carlos.rueda.frias@upm.es	- -

\* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

### 3. Requisitos previos obligatorios

---

#### 3.1. Asignaturas previas requeridas para cursar la asignatura

- Teoría de la comunicación

#### 3.2. Otros requisitos previos para cursar la asignatura

El plan de estudios Grado En Ingeniería De Sistemas De Telecomunicación no tiene definidos requisitos para esta asignatura.

### 4. Conocimientos previos recomendados

---

#### 4.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- Teoría de la comunicación

#### 4.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

El plan de estudios Grado en Ingeniería de Sistemas de Telecomunicación no tiene definidos otros conocimientos previos para esta asignatura.

### 5. Competencias y resultados de aprendizaje

---

#### 5.1. Competencias

CE B1 - Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería. Aptitud para aplicar los conocimientos sobre: álgebra lineal; geometría; geometría diferencial; cálculo diferencial e integral; ecuaciones diferenciales y en derivadas parciales; métodos numéricos; algorítmica numérica; estadística y optimización.

CE B3 - Comprensión y dominio de los conceptos básicos sobre las leyes generales de la mecánica, termodinámica, campos y ondas y electromagnetismo y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería.

CE TEL01 - Capacidad para aprender de manera autónoma nuevos conocimientos y técnicas adecuados para la concepción, el desarrollo o la explotación de sistemas y servicios de telecomunicación.

CE TEL04 - Capacidad de analizar y especificar los parámetros fundamentales de un sistema de comunicaciones.

CG 02 - Capacidad de búsqueda y selección de información, de razonamiento crítico y de elaboración y defensa de argumentos dentro del área.

CG 04 - Capacidad de abstracción, de análisis y de síntesis y de resolución de problemas.

## 5.2. Resultados del aprendizaje

RA575 - Adquirir los conocimientos teóricos y prácticos suficientes para comprender el funcionamiento de un sistema GNSS

RA577 - Adquirir los conocimientos teóricos y prácticos suficientes para emplear, a nivel de usuario, los datos resultantes de un sistema GNSS

RA576 - Adquirir los conocimientos teóricos y prácticos suficientes para entender las utilidades de un sistema GNSS así como las aplicaciones en las que se puede emplear

## 6. Descripción de la asignatura y temario

---

### 6.1. Descripción de la asignatura

- En esta asignatura se estudian los Sistemas Globales de Navegación por Satélite (GNSS). Se trata de sistemas funcionales en la mayor parte de la Tierra, que permiten la geolocalización, mediante cálculos de distancias respecto a satélites de una o varias constelaciones.
- En nuestra vida cotidiana estamos acostumbrados a servirnos a nivel de usuario de las bondades de los GNSS. Los navegadores de los coches (ej: TomTom), las cámaras de fotos avanzadas, y los smartphones son ejemplos típicos de dispositivos con funcionalidades basadas en GNSS. Se suele confundir GNSS con GPS, cuando GPS es un sistema GNSS concreto (de EEUU). Hoy en día todos los móviles de gama alta occidentales también usan el GNSS ruso (GLONASS). El GNSS europeo (Galileo) ya es funcional, aunque no está completo, y existen móviles en el mercado que lo soportan.
- Por su naturaleza, un sistema GNSS comprende muchos aspectos de telecomunicaciones, e incluso aspectos más específicos de ingeniería aeronáutica o de ciencias físicas. Así, es importante conocer los movimientos de la Tierra, las órbitas de los satélites, el comportamiento de los relojes atómicos, la Teoría de la Relatividad, etc.
- La asignatura se desarrolla mediante unas transparencias incompletas, que el alumno debe completar (fundamentalmente en el aula), usar en el examen escrito, y entregar para su evaluación. También se realizarán diferentes tareas, algunas en clase, otras de tipo entregable, de perfil muy práctico y que estarán basadas en programas web y en el uso de apps para smartphones. Estas apps permitirán a cada alumno

estudiar diferentes aspectos de los GNSS manejando su propio móvil.

- Se han previsto 3 prácticas de laboratorio. Las 2 primeras trabajan con programas web y las apps ya descritas (en los móviles de los propios alumnos), y la tercera se basa en el programa gLAB, disponible en internet.
- La asignatura cuenta con charlas impartidas por profesionales especialistas del sector.

## 6.2. Temario de la asignatura

### 1. Previo

- 1.1. Introducción a los GNSSs
- 1.2. Forma de la Tierra
- 1.3. Movimientos de la Tierra
- 1.4. Tiempo
- 1.5. Coordenadas
- 1.6. Órbitas de satélites
- 1.7. Actividades

### 2. Descripción de un GNSS

- 2.1. Generalidades
- 2.2. Segmento espacial
- 2.3. Segmento de control
- 2.4. Segmento de usuario
- 2.5. Actividades

### 3. Funcionamiento de un GNSS

- 3.1. Bases
- 3.2. Señales
- 3.3. Adquisición y seguimiento
- 3.4. Balance de potencia
- 3.5. Mensaje. Formatos
- 3.6. Actividades

### 4. Ayudas a la navegación

- 4.1. Bases
- 4.2. Sistemas inerciales
- 4.3. Posicionamiento diferencial
- 4.4. Medidas de fase
- 4.5. GNSS asistido
- 4.6. Redes de aumento
- 4.7. Actividades
- 5. Precisión y errores en un GNSS
  - 5.1. Medida de los errores
  - 5.2. Tipos de errores
  - 5.3. Correcciones de reloj
  - 5.4. Geometría
  - 5.5. Atmósfera
  - 5.6. Otros errores
  - 5.7. Ecuaciones de rango
  - 5.8. Actividades
- 6. GPS
  - 6.1. Bases
  - 6.2. Segmento espacial
  - 6.3. Segmento de tierra
  - 6.4. Señales
  - 6.5. Antenas y RX
  - 6.6. Adquisición y seguimiento
  - 6.7. Procesado
- 7. GLONASS, BeiDou, Galileo...
  - 7.1. Clasificación
  - 7.2. GLONASS
  - 7.3. BeiDou
  - 7.4. Galileo

7.5. Otros

7.6. Comparativa

8. Aplicaciones

9. Futuro de los GNSS

9.1. Evolución de los GNSS

9.2. Integración de los GNSS

## 7. Cronograma

### 7.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Otra actividad presencial	Actividades de evaluación
1	<b>Tema 1</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Relleno de transparencias incompletas</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Duración: 00:00
2	<b>Tema 1</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 2</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Relleno de transparencias incompletas</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Duración: 00:00
3	<b>Tema 3</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Relleno de transparencias incompletas</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Duración: 00:00
4	<b>Tema 3</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica 1</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Relleno de transparencias incompletas</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Duración: 00:00
5	<b>Tema 4</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Relleno de transparencias incompletas</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Duración: 00:00
6	<b>Tema 4</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 5</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Relleno de transparencias incompletas</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Duración: 00:00
7	<b>Tema 5</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Relleno de transparencias incompletas</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Duración: 00:00
8	<b>Tema 6</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica 2</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Relleno de transparencias incompletas</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Duración: 00:00
9	<b>Tema 6</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 7</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Relleno de transparencias incompletas</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Duración: 00:00

10	<p><b>Tema 7</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Relleno de transparencias incompletas</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Duración: 00:00</p>
11	<p><b>Tema 7</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 8</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 9</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Relleno de transparencias incompletas</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Duración: 00:00</p>
12		<p><b>Práctica 3</b> Duración: 04:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Relleno de transparencias incompletas</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Duración: 00:00</p>
13				
14				
15				
16				
17				<p><b>Examen escrito, con las transparencias rellenas (EC)</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 02:00</p> <p><b>Examen escrito, con las transparencias rellenas (FINAL)</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Duración: 02:00</p> <p><b>Calidad transparencias rellenas (FINAL)</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación sólo prueba final Duración: 00:00</p> <p><b>Prácticas (EC)</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Duración: 00:00</p> <p><b>Tareas y actividades (EC)</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Duración: 00:00</p> <p><b>Asistencia, interés (EC)</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Duración: 00:00</p>

Las horas de actividades formativas no presenciales son aquellas que el estudiante debe dedicar al estudio o al trabajo personal.

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del

plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

\* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso.

## 8. Actividades y criterios de evaluación

### 8.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 8.1.1. Evaluación continua

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
1	Relleno de transparencias incompletas	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	1.25%	0 / 10	CE B3 CE B1 CE TEL01 CE TEL04 CG 02 CG 04
2	Relleno de transparencias incompletas	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	1.25%	0 / 10	CE B3 CE B1 CE TEL01 CE TEL04 CG 02 CG 04
3	Relleno de transparencias incompletas	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	1.25%	0 / 10	CE B3 CE B1 CE TEL01 CE TEL04 CG 02 CG 04
4	Relleno de transparencias incompletas	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	1.25%	0 / 10	CE B3 CE B1 CE TEL01 CE TEL04 CG 02 CG 04
5	Relleno de transparencias incompletas	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	1.25%	0 / 10	CE B3 CE B1 CE TEL01 CE TEL04 CG 02 CG 04
6	Relleno de transparencias incompletas	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	1.25%	0 / 10	CE B3 CE B1 CE TEL01 CE TEL04 CG 02 CG 04

7	Relleno de transparencias incompletas	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	1.25%	0 / 10	CE B3 CE B1 CE TEL01 CE TEL04 CG 02 CG 04
8	Relleno de transparencias incompletas	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	1.25%	0 / 10	CE B3 CE B1 CE TEL01 CE TEL04 CG 02 CG 04
9	Relleno de transparencias incompletas	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	1.25%	0 / 10	CE B3 CE B1 CE TEL01 CE TEL04 CG 02 CG 04
10	Relleno de transparencias incompletas	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	1.25%	0 / 10	CE B3 CE B1 CE TEL01 CE TEL04 CG 02 CG 04
11	Relleno de transparencias incompletas	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	1.25%	0 / 10	CE B3 CE B1 CE TEL01 CE TEL04 CG 02 CG 04
12	Relleno de transparencias incompletas	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	1.25%	0 / 10	CE B3 CE B1 CE TEL01 CE TEL04 CG 02 CG 04
17	Examen escrito, con las transparencias rellenas (EC)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	30%	0 / 10	CE B3 CE B1 CE TEL01 CE TEL04 CG 02 CG 04
17	Prácticas (EC)	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:00	15%	0 / 10	CE B3 CE B1 CE TEL01 CE TEL04 CG 02 CG 04

17	Tareas y actividades (EC)	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	20%	4 / 10	CE B3 CE B1 CE TEL01 CE TEL04 CG 02 CG 04
17	Asistencia, interés (EC)	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	20%	8 / 10	

### 8.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen escrito, con las transparencias rellenas (FINAL)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	70%	5 / 10	CE B3 CE B1 CE TEL01 CE TEL04 CG 02 CG 04
17	Calidad transparencias rellenas (FINAL)	OT: Otras técnicas evaluativas	No Presencial	00:00	30%	5 / 10	CE B3 CE B1 CE TEL01 CE TEL04 CG 02 CG 04

### 8.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

## 8.2. Criterios de evaluación

El alumno podrá optar por el sistema de evaluación continua o por el de "Sólo prueba final" tal y como contempla la normativa en vigor y con las condiciones establecidas en ella.

### Alumnos que elijan evaluación continua

Condiciones:

- El alumno asistirá al menos al 80% de las clases, debiendo justificar sus faltas.
- El alumno completará, a mano, las transparencias impresas (se suministran incompletas en la plataforma MOODLE). Estas transparencias se usarán como chuleterio en el examen escrito, y se entregarán a continuación para ser evaluadas.
- El alumno realizará y entregará las tres prácticas propuestas, cumpliendo con los plazos señalados.
- El alumno realizará el examen escrito, que coincidirá en fecha, hora y aula con el examen final de los alumnos que opten por la evaluación continua.

Distribución de la puntuación:

- 20% de la nota: por cumplir las condiciones anteriormente mencionadas.
- 20% de la nota: calidad de las actividades entregadas.
- 30% de la nota: calidad de las transparencias completadas, calidad de las prácticas entregadas.
- 30% de la nota: examen escrito.

Los alumnos comunicarán por escrito al coordinador de la asignatura su deseo de participar en la evaluación final antes de la cuarta semana de clase. Caso de no realizar esta comunicación, se sobrentiende, de acuerdo con la normativa en vigor, que el alumno ha optado por la evaluación continua.

### Alumnos que elijan el método de evaluación "Sólo prueba final".

La evaluación se realizará a través de un examen escrito a realizar en la fecha fijada por Ordenación Académica. Dicho examen versará sobre todos los contenidos de la asignatura, tanto prácticos como teóricos. El alumno

deberá presentarse con las transparencias impresas y rellenas a mano (a partir de la bibliografía), y tendrá que responder a un examen más exhaustivo que en el caso de la evaluación continua. Las transparencias rellenas se entregarán a continuación para ser evaluadas.

## 9. Recursos didácticos

---

### 9.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Globos terráqueos inflables	Otros	Para estudiar los movimientos de la Tierra
Móviles, apps	Equipamiento	Móviles de los propios alumnos, para realizar actividades en clase y prácticas en el laboratorio.
Sala de ordenadores	Equipamiento	Para las prácticas
Charlas	Otros	Charlas impartidas por especialistas del sector.

## 10. Otra información

---

### 10.1. Otra información sobre la asignatura

En esta asignatura se utilizan los móviles de los propios alumnos en clase. Para ello, los alumnos deberán descargar un conjunto de apps gratuitas (desde Play Store). Las actividades y las prácticas estarán centradas sobre la plataforma Android, por lo que se recomienda a los alumnos que traigan un móvil con ese SO. En todas estas actividades y prácticas se manejan las apps a nivel de usuario; no se trabaja con API para la creación (programación) de apps.