



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

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

2020/21 - 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

Nombre de la asignatura	595010347 - Sistemas Globales de Navegación por Satélite
No de créditos	4.5 ECTS
Carácter	Optativa
Curso	Tercero curso
Semestre	Sexto semestre
Período de impartición	Febrero-Junio
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	59SC - Grado en Ingeniería de Sistemas de Telecomunicación
Centro responsable de la titulación	59 - Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Sistemas de Telecomunicación
Curso académico	2020-21

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
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, 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 usan posicionamiento multisistema (GPS, GLONASS, BeiDou...). El GNSS europeo (Galileo) ya es funcional, y existen muchos 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 4 prácticas de laboratorio. Las 2 primeras trabajan con programas web y las apps ya descritas (en los móviles de los propios alumnos), y las restantes se basan en el programa gLAB, disponible en internet.
- La asignatura, si las condiciones lo permiten, 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	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	Tema 1 Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Tema 1 Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Relleno de transparencias incompletas OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:00
2	Tema 1 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 2 Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Tema 1 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 2 Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Relleno de transparencias incompletas OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:00
3	Tema 3 Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Relleno de transparencias incompletas OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:00
4	Tema 3 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Práctica 1 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	Tema 3 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Práctica 1 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	Relleno de transparencias incompletas OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:00
5	Tema 4 Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Tema 4 Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Relleno de transparencias incompletas OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:00
6	Tema 4 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 5 Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Tema 4 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 5 Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Relleno de transparencias incompletas OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:00
7	Tema 5 Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Tema 5 Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Relleno de transparencias incompletas OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:00

8	<p>Tema 6 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>Práctica 2 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	<p>Tema 6 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Práctica 2 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	<p>Relleno de transparencias incompletas OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:00</p>
9	<p>Tema 6 Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 7 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p>Tema 6 Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 7 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>Relleno de transparencias incompletas OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:00</p>
10	<p>Tema 7 Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p>Tema 7 Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>Relleno de transparencias incompletas OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:00</p>
11	<p>Tema 7 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 8 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 9 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p>Tema 7 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 8 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 9 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>Relleno de transparencias incompletas OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:00</p>
12		<p>Práctica 3 Duración: 04:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	<p>Práctica 3 Duración: 04:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	<p>Relleno de transparencias incompletas OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:00</p>
13				
14				
15				
16				
17				<p>Examen escrito, con las transparencias rellenas (EC) EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 02:00</p> <p>Examen escrito, con las transparencias rellenas (FINAL) EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 02:00</p> <p>Calidad transparencias rellenas (FINAL) OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación sólo prueba final No presencial Duración: 00:00</p> <p>Prácticas (EC)</p>

				<p>EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Presencial Duración: 00:00</p> <p>Tareas y actividades (EC) OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:00</p> <p>Asistencia, interés (EC) OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:00</p>
--	--	--	--	---

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 derivadas de la situación creada por la COVID-19.

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 TEL04 CG 02 CG 04 CE B1 CE B3 CE TEL01
2	Relleno de transparencias incompletas	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	1.25%	0 / 10	CE TEL04 CG 02 CG 04 CE B1 CE B3 CE TEL01
3	Relleno de transparencias incompletas	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	1.25%	0 / 10	CE TEL04 CG 02 CG 04 CE B1 CE B3 CE TEL01
4	Relleno de transparencias incompletas	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	1.25%	0 / 10	CE TEL04 CG 02 CG 04 CE B1 CE B3 CE TEL01
5	Relleno de transparencias incompletas	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	1.25%	0 / 10	CE TEL04 CG 02 CG 04 CE B1 CE B3 CE TEL01
6	Relleno de transparencias incompletas	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	1.25%	0 / 10	CE TEL04 CG 02 CG 04 CE B1 CE B3 CE TEL01

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

17	Tareas y actividades (EC)	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	20%	4 / 10	CE TEL04 CG 02 CG 04 CE B1 CE B3 CE TEL01
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 TEL04 CG 02 CG 04 CE B1 CE B3 CE TEL01
17	Calidad transparencias rellenas (FINAL)	OT: Otras técnicas evaluativas	No Presencial	00:00	30%	5 / 10	CE TEL04 CG 02 CG 04 CE B1 CE B3 CE TEL01

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 chuletero 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.

La reducción del número de semanas del calendario docente no afecta a la asignatura, que se despliega en menos de 12 semanas.

En caso de que las circunstancias obliguen a trabajar parcial o totalmente de forma no presencial:

- Las clases teóricas se desarrollarán con Teams.
- Las prácticas de laboratorio tendrán una introducción con Teams. Los materiales necesarios para seguir los guiones son fácilmente accesibles para los alumnos desde sus domicilios.
- Los alumnos podrán contactar por email con los profesores. Se responderá lo antes posible.

- Las tutorías se realizarán por email o Teams, según lo que resulte más conveniente.
- El examen escrito se llevará a cabo mediante Moodle, con un cuestionario que probablemente será de tipo ensayo.