



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 Navegacion Por Satélite

PLAN DE ESTUDIOS

59SC - Grado En Ingeniería De Sistemas De Telecomunicacion

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2023/24 - 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.....	15
10. Otra información.....	15

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	2023-24

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Antonio Perez Yuste		antonio.perez@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, Galileo, BeiDou...). El GNSS europeo (Galileo) ya es funcional, y la mayoría de los móviles del mercado 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 en aula	Actividad en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	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			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		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			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			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			Relleno de transparencias incompletas OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:00
8	Tema 6 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Práctica 2 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		Relleno de transparencias incompletas OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:00

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>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>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>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>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 (progresiva) EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 02:00</p> <p>Examen escrito, con las transparencias rellenas (global) EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 02:00</p> <p>Calidad transparencias rellenas (progresiva y global) OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua y sólo prueba final No presencial Duración: 00:00</p> <p>Prácticas (progresiva y global) EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua y sólo prueba final Presencial Duración: 00:00</p> <p>Tareas y actividades (progresiva y global)</p>



OT: Otras técnicas evaluativas
Evaluación continua y sólo prueba final
Presencial
Duración: 00:00

Asistencia (progresiva)
OT: Otras técnicas evaluativas
Evaluación continua
Presencial
Duración: 00:00

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 (progresiva)

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	0%	0 / 10	
2	Relleno de transparencias incompletas	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	0%	0 / 10	
3	Relleno de transparencias incompletas	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	0%	0 / 10	
4	Relleno de transparencias incompletas	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	0%	0 / 10	
5	Relleno de transparencias incompletas	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	0%	0 / 10	
6	Relleno de transparencias incompletas	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	0%	0 / 10	
7	Relleno de transparencias incompletas	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	0%	0 / 10	
8	Relleno de transparencias incompletas	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	0%	0 / 10	
9	Relleno de transparencias incompletas	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	0%	0 / 10	
10	Relleno de transparencias incompletas	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	0%	0 / 10	
11	Relleno de transparencias incompletas	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	0%	0 / 10	

12	Relleno de transparencias incompletas	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	0%	0 / 10	CE B1 CE B3 CE TEL01 CE TEL04 CG 02 CG 04
17	Examen escrito, con las transparencias rellenas (progresiva)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	30%	0 / 10	CE B1 CE B3 CE TEL01 CE TEL04 CG 02 CG 04
17	Calidad transparencias rellenas (progresiva y global)	OT: Otras técnicas evaluativas	No Presencial	00:00	10%	0 / 10	CE B1 CE B3 CE TEL01 CE TEL04 CG 02 CG 04
17	Prácticas (progresiva y global)	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:00	20%	0 / 10	CE B1 CE B3 CE TEL01 CE TEL04 CG 02 CG 04
17	Tareas y actividades (progresiva y global)	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	20%	0 / 10	CE B1 CE B3 CE TEL01 CE TEL04 CG 02 CG 04
17	Asistencia (progresiva)	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	20%	8 / 10	

8.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen escrito, con las transparencias rellenas (global)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	50%	0 / 10	CE B1 CE B3 CE TEL01 CE TEL04 CG 02 CG 04
17	Calidad transparencias rellenas (progresiva y global)	OT: Otras técnicas evaluativas	No Presencial	00:00	10%	0 / 10	CE B1 CE B3 CE TEL01 CE TEL04 CG 02 CG 04

17	Prácticas (progresiva y global)	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:00	20%	0 / 10	CE B1 CE B3 CE TEL01 CE TEL04 CG 02 CG 04
17	Tareas y actividades (progresiva y global)	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	20%	0 / 10	CE B1 CE B3 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 progresiva (continua) o por la prueba global (final). Además, existe una convocatoria extraordinaria.

Evaluación progresiva (continua)

Condiciones:

* El alumno asistirá al menos al 80% de las clases, debiendo justificar sus faltas. (Las faltas debidamente justificadas se computarán como asistencias correctas.)

* El alumno completará 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 actividades obligatorias propuestas, cumpliendo con los plazos señalados.
- * 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 prueba global).

Distribución de la puntuación:

- * 20% de la nota: por cumplir con la asistencia. En caso de no asistir al menos al 80% de las clases (sin contar con las faltas adecuadamente justificadas) la nota máxima total en la asignatura será 4,0 puntos, suspenso.
- * 10% de la nota: calidad de las transparencias completadas. En caso de no entregar después del examen escrito las transparencias la nota máxima total en la asignatura será 4,0 puntos, suspenso.
- * 20% de la nota: calidad de las actividades entregadas. En caso de no entregar alguna de las actividades obligatorias la nota máxima total en la asignatura será 4,0 puntos, suspenso.
- * 20% de la nota: calidad de las prácticas entregadas. En caso de no entregar alguna de las prácticas la nota máxima total en la asignatura será 4,0 puntos, suspenso.
- * 30% de la nota: examen escrito. En caso de no entregar alguna de las prácticas la nota máxima total en la asignatura será 4,0 puntos, suspenso.

Aunque la evaluación progresiva exige que el alumno realice y/o entregue determinadas tareas, ninguna de ellas tiene una nota mínima para la evaluación total de la asignatura.

Evaluación prueba global (final).

Los alumnos comunicarán por escrito al coordinador de la asignatura su deseo de participar en la prueba global al menos dos semanas antes de la fecha del examen escrito de la evaluación progresiva (que coincide con la fecha del examen escrito de la prueba global). Caso de no realizar esta comunicación, se sobrentiende que el alumno sigue la opción por defecto de evaluación progresiva.

La evaluación se realizará a través de un examen escrito 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 partir de la bibliografía). Al finalizar el examen el alumno

deberá entregar las transparencias rellenas para que sean evaluadas. La entrega de actividades y prácticas no es obligatoria, pero se valorará a favor del alumno.

La distribución de la puntuación es:

- * 30% de la nota: calidad de las transparencias completadas.
- * 70% de la nota: examen escrito.

Examen extraordinario.

La evaluación se realizará a través de un examen escrito 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 partir de la bibliografía). Al finalizar el examen el alumno deberá entregar las transparencias rellenas para que sean evaluadas. La entrega de actividades y prácticas no es obligatoria, pero se valorará a favor del alumno.

Distribución de la puntuación:

- * 30% de la nota: calidad de las transparencias completadas.
- * 70% de la nota: examen escrito.

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.

Está previsto que un especialista en la materia, Francisco Gallardo López (que trabaja en el mantenimiento de Galileo), colabore en las sesiones de laboratorio e imparta workshops. Su colaboración se articula mediante una Venia Docentis, por ser doctorando del profesor Antonio Pérez Yuste.