



## DATOS IDENTIFICATIVOS

### Sistemas de navegación e comunicacións por satélite

|                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |        |       |              |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------|--------------|
| Materia               | Sistemas de navegación e comunicacións por satélite                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |        |       |              |
| Código                | V05G300V01912                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |        |       |              |
| Titulación            | Grao en Enxeñaría de Tecnoloxías de Telecomunicación - En extinción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |        |       |              |
| Descritores           | Creditos ECTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Sinale | Curso | Cuadrimestre |
|                       | 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | OP     | 4     | 1c           |
| Lingua de impartición | Inglés                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |        |       |              |
| Departamento          | Teoría do sinal e comunicacións                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |        |       |              |
| Coordinador/a         | Aguado Agelet, Fernando Antonio                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |        |       |              |
| Profesorado           | Aguado Agelet, Fernando Antonio<br>Mosquera Nartallo, Carlos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |        |       |              |
| Correo-e              | faguado@tsc.uvigo.es                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |        |       |              |
| Web                   | http://fatic.uvigo.es                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |        |       |              |
| Descrición xeral      | Preséntanse os fundamentos dos sistemas de Navegación e comunicacións vía satélite. Describíranse os fundamentos dos sistemas de navegación vía satélite (GPS e Galileo). Estudaranse os diferentes segmentos dos sistemas de comunicacións vía satélite así como os estándares de planificación e desenvolvemento. A documentación da materia estará en inglés. Impártese e avalíase en inglés, permitindo que os estudantes respondan en inglés, castelán ou galego no exame. |        |       |              |

## Competencias

|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Código |                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| B2     | CG2 Coñecemento, comprensión e capacidade para aplicar a lexislación necesaria durante o desenvolvemento da profesión de Enxeñeiro Técnico de Telecomunicación e facilidade para o manexo de especificacións, regulamentos e normas de obrigado cumprimento.                      |
| B3     | CG3 Coñecemento de materias básicas e tecnoloxías que capaciten o alumnado para a aprendizaxe de novos métodos e tecnoloxías, así como para dotalo dunha gran versatilidade para adaptarse a novas situacións.                                                                    |
| B4     | CG4 Capacidade para resolver problemas con iniciativa, para a toma de decisións, a creatividade, e para comunicar e transmitir coñecementos, habilidades e destrezas, comprendendo a responsabilidade ética e profesional da actividade do Enxeñeiro Técnico de Telecomunicación. |
| C67    | (CE67/OP10) Aplicar as ferramentas conceptuais, teóricas e prácticas das telecomunicacións no desenvolvemento e aplicacións de sistemas de navegación e comunicacións por satélite.                                                                                               |
| C68    | (CE68/OP11) Capacidade para a selección de subsistemas e sistemas de navegación e comunicacións por satélite.                                                                                                                                                                     |
| D2     | CT2 Concibir a Enxeñaría no marco do desenvolvemento sostible.                                                                                                                                                                                                                    |
| D3     | CT3 Tomar conciencia da necesidade dunha formación e mellora continua de calidade, amosando unha actitude flexible, aberta e ética ante opinión discriminación por sexo, raza ou relixión, respecto os dereitos fundamentais, acesibilidade, etc.                                 |

## Resultados de aprendizaxe

| Resultados previstos na materia                                                                                                                                        | Resultados de Formación e Aprendizaxe |            |          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|------------|----------|
| Coñecer os estándares de planificación e desenvolvemento de sistemas por satélites                                                                                     | B2<br>B3                              | C67<br>C68 | D3       |
| Coñecer as diferentes alternativas de sistemas de navegación e comunicación por satélite, os seus diferentes segmentos (espazo, terreo e usuario) e o tipo de órbitas. | B3<br>B4                              | C67<br>C68 | D2<br>D3 |
| Coñecer os sistemas e servizos máis habituais en comunicacións por satélite, incluíndo as súas capacidades tecnolóxicas e limitacións.                                 | B3                                    | C67<br>C68 | D3       |

**Contidos**

| Tema                                          |                                                                                                                 |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Introdución                                   | Definición de sistema<br>Regulación<br>Estándares<br>Bandas de frecuencia                                       |
| Elementos dun Sistema                         | Segmento Terreo<br>Segmento Espacial<br>Segmento Usuario<br>Lanzador                                            |
| Arquitectura dos subsistemas de comunicacións | Subsistemas embarcados:<br>- Antenas<br>- Carga de pago: transpondedores                                        |
| Introdución ás comunicacións por satélite     | - Principais elementos do payload<br>- Mecanismos de propagación<br>- Balance de enlace<br>- Satélites multihaz |
| Servizos de comunicacións por satélite        | - Servizos fixos (FSS)<br>- Servizos de difusión (BSS)<br>- Servizos móbiles (MSS)                              |
| Introdución aos sistemas de navegación (GNSS) | GPS, Galileo, Glonass e outros sistemas                                                                         |

**Planificación**

|                                         | Horas na aula | Horas fóra da aula | Horas totais |
|-----------------------------------------|---------------|--------------------|--------------|
| Lección maxistral                       | 21            | 42                 | 63           |
| Prácticas con apoio das TIC             | 13            | 39                 | 52           |
| Prácticas de laboratorio                | 4             | 8                  | 12           |
| Traballo tutelado                       | 3             | 9                  | 12           |
| Resolución de problemas e/ou exercicios | 1             | 10                 | 11           |

\*Os datos que aparecen na táboa de planificación son de carácter orientador, considerando a heteroxeneidade do alumnado.

**Metodoloxía docente**

|                             | Descrición                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lección maxistral           | Exposición por parte do profesor dos contados sobre a materia obxecto de estudo. incluíndo a posibilidade de usar a metodoloxía de aprendizaxe inversa.<br><br>Con esta metodoloxía trabállanse as competencias CG2, CG3, CG67, CG68, CT2 e CT3.                   |
| Prácticas con apoio das TIC | Os estudantes aplican os coñecementos teóricos a diferentes tarefas prácticas que cubren os principais contidos de estudo, coa axuda dos correspondentes paquetes de software.<br><br>Con esta metodoloxía trabállanse as competencias CG3, CG4, CG67, CG68 e CT3. |
| Prácticas de laboratorio    | Os estudantes aplican de xeito práctico o coñecemento teórico nun contexto específico.<br><br>Con esta metodoloxía trabállanse as competencias CG3, CG4, CG67, CG68 e CT3.                                                                                         |
| Traballo tutelado           | Os estudantes traballan en grupos, co apoio dos profesores, para aplicar, extender e personalizar os contidos tratados nas clases teóricas e prácticas.<br><br>Con esta metodoloxía trabállanse as competencias CG4, CG67, CG68, CT2 e CT3.                        |

**Atención personalizada**

| Metodoloxías      | Descrición                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Traballo tutelado | Os estudantes terán ocasión de acudir a tutorías personalizadas no despacho do profesor no horario que os profesores establecerán para ese efecto a principio de curso e que se publicará na páxina da materia. Poderán tamén expor as súas consultas por vía telemática. |

**Avaliación**

|                                         | Descrición                                                                                                                                                                            | Cualificación | Resultados de Formación e Aprendizaxe |            |          |
|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------------------------------|------------|----------|
| Prácticas con apoio das TIC             | Os alumnos realizan prácticas de laboratorio nas que traballan cos conceptos abordados nas clases teóricas.                                                                           | 40            | B3<br>B4                              | C67<br>C68 | D3       |
|                                         | As prácticas realizaranse en grupos de dous alumnos. A nota final é individual e avaliará a participación dos alumnos nas prácticas, así como o informe final de carácter individual. |               |                                       |            |          |
|                                         | Nalgunhas prácticas realizaranse unha proba individual.                                                                                                                               |               |                                       |            |          |
| Prácticas de laboratorio                | Cada estudante realizará prácticas de campo. A avaliación se realizará por medio dun informe.                                                                                         | 10            | B3<br>B4                              | C67<br>C68 | D3       |
|                                         | As prácticas realizaranse en grupos de dous alumnos. A nota final é individual e avaliará a participación dos alumnos nas prácticas, así como o informe final de carácter individual. |               |                                       |            |          |
|                                         | Nalgunhas prácticas realizaranse unha proba individual.                                                                                                                               |               |                                       |            |          |
| Traballo tutelado                       | Avaliación dos traballos desenvolvidos: comprensión, madurez, relevancia e orixinalidade do traballo e interacción entre o grupo.                                                     | 5             | B3<br>B4                              | C67<br>C68 | D2<br>D3 |
|                                         | As prácticas realizaranse en grupos de dous alumnos. A nota final é individual e avaliará a participación dos alumnos nas prácticas, así como o informe final de carácter individual. |               |                                       |            |          |
| Resolución de problemas e/ou exercicios | Un exame final para avaliar os contidos presentados nas clases teóricas.                                                                                                              | 45            | B2<br>B3<br>B4                        | C67<br>C68 | D2<br>D3 |
|                                         | O exame será individual e de duración limitada.                                                                                                                                       |               |                                       |            |          |

### Outros comentarios sobre a Avaliación

Idioma de impartición: Inglés.

Toda a documentación do curso realizarase en inglés, así como as presentacións.

A avaliación de informes e prácticas realizarase igualmente en inglés.

O último exame pódese responder en inglés, galego ou castelán.

A materia será avaliada a través de dous posibles mecanismos. Ao comezo do curso o alumno deberá escoller o método de avaliación, única ou continua:

Avaliación única: Haberá un exame final que incluírá preguntas e problemas relacionados cos contidos explicados tanto nas sesións maxistras, nas prácticas en aulas de informática e nas prácticas de laboratorio. Será necesario para aprobar o exame obter un 5 sobre 10.

Avaliación continua. A materia será avaliada ao longo de todo o curso:

- Prácticas en aulas de informática: cada estudante realizará diferentes prácticas. A súa avaliación terá un peso dun 40% na nota final.
- Traballos tutorizados: cada estudante realizará en diferentes traballos tutorizados que se proporán ao longo do curso. A súa avaliación realizarase a través da corrección das memorias correspondentes e esta parte terá un peso dun 5% na nota final.
- Prácticas de laboratorio: cada estudante realizará diferentes prácticas de laboratorio. A súa avaliación realizarase a través da corrección das memorias correspondentes e esta parte terá un peso dun 10% na nota final.
- Proba final: este exame será a última proba da avaliación continua, e terá un peso do 45% da nota final.
- Asignarase obrigatoriamente unha calificación na modalidade de avaliación continua.

Exame de segunda oportunidade: o estudante realizará un exame que incluírá cuestións e/ou problemas relacionados cos contidos impartidos nas sesións maxistras, as prácticas nas aulas de informática, as prácticas de laboratorio e os traballos tutorizados (100% da nota final). Os estudantes que escolleron no seu momento a avaliación continua poderán, opcionalmente, realizar este exame sobre un 45% da nota final.

Os traballos e tarefas prácticas propostas e realizadas este curso non son recuperables e só son válidas para o curso actual.

Convocatoria extraordinaria (fin de carreira): consistirá nun examen con preguntas e problemas relacionados cos contidos explicados tanto nas sesións maxistras, nas prácticas en aulas de informática e nas prácticas de laboratorio. Será necesario para aprobar o exame obter un 5 sobre 10.

Calquera comportamento inapropiado en forma de plaxio en calquera das probas e materiais suxeitos a avaliación, conducirá a un SUSPENSO (0) da asignatura, e será comunicado á dirección do Centro para os efectos oportunos.

---

## **Bibliografía. Fontes de información**

### **Bibliografía Básica**

Maral and Bousquet, **Satellite Communications Systems: Systems, Techniques and Technology**, 5th. December 2009,

Elliott D. Kaplan, Christopher J. Hegarty, editors, **Understanding GPS : principles and applications**, 2nd. 2006,

Carlos Mosquera, **Satellite Communication Systems: Class notes**, 2017

### **Bibliografía Complementaria**

James R. Wertz, David F. Everett and Jeffery J. Puschell, **Space Mission Engineering: The New SMAD**, 4th.,

<http://www.ecss.nl>,

Teresa M. Braun, **Satellite Communications, Payload and System**, 1st. 2012,

E. Lutz, M. Werner, A. Jahn, **Satellite Systems for Personal and Broadband Communications**, 1st. 2000,

Organización de Aviación Civil Internacional, **Telecomunicaciones aeronáuticas : Anexo 10 al Convenio sobre aviación civil internacional. Volumen III, Sistemas de telecomunicaciones / Organizacion de Aviación Civil Internacional**, 2009,

Bernhard Hofmann-Wellenhof, Herbert Lichtenegger, Elmar Wasle, **GNSS - global navigation satellite systems : GPS, GLONASS, Galileo, and more**, 1st. 2007,

[http://www.trimble.com/gps\\_tutorial/](http://www.trimble.com/gps_tutorial/),

<http://www.insidegnss.com/magazine>,

<http://igs.bkg.bund.de/>,

<http://waas.stanford.edu/index.html>,

---

## **Recomendacións**

### **Materias que se recomenda cursar simultaneamente**

Teledetección/V05G300V01911

### **Materias que se recomenda ter cursado previamente**

Sistemas de comunicacións por radio/V05G300V01512

---

## **Plan de Continxencias**

### **Descrición**

=== CAMBIOS CONSECUENCIA DUN CAMBIO FORZOSO A UN TRABAJO REMOTO==

#### **GRUPO A**

\* Metodoloxías de ensino modificadas

Poderían reforzarse coa metodoloxía de aprendizaxe inverso.

\* Planificación modificada

Non se contempla ningunha modificación da planificación.

\* Probas modificadas

Non se contempla ningunha modificación das probas. As probas realizaranse en casa.

#### **GRUPO B**

\* Metodoloxías de ensino modificadas

Poderían reforzarse coa metodoloxía de aprendizaxe inverso.

\* Planificación modificada

Para a actividade de laboratorio de GPS, a medición dos sinais de datos de GPS utilizando o equipo de laboratorio substituirase mediante a recopilación de datos mediante aplicacións gratuitas de IOS e Android.

A visita á estación terrestre durante a operación dun satélite será substituída por unha clase remota, incluída a operación remota do satélite utilizando unha VPN para acceder ao software do segmento terrestre.

Para a actividade de GNURadio, a simulación usará datos pregrabados en lugar de usar datos recolleitos directamente durante un pase dun satélite NOAA. Para a simulación do protocolo AX.25, os transceptores de radio serán simulados por un bloque GNU representativo ou por datos pregrabados.

\* Probas modificadas

Non se contempla ningunha modificación das probas. As probas realizaranse en casa.

---