Guía docente
205097 - 205097 - Sistema Global de Navegación por Satélite

Última modificación: 19/04/2023

Unidad responsable: Escuela Superior de Ingenierías Industrial, Aeroespacial y Audiovisual de Terrassa
Unidad que imparte: 748 - FIS - Departamento de Física.

Titulación: MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA AERONÁUTICA (Plan 2014). (Asignatura optativa).
MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA ESPACIAL Y AERONÁUTICA (Plan 2016). (Asignatura optativa).

Curso: 2023 **Créditos ECTS:** 3.0 **Idiomas:** Inglés

PROFESORADO

Profesorado responsable: Rovira Garcia, Adrià

Otros:

CAPACIDADES PREVIAS

El estudiante debe tener conocimientos de álgebra, geometría, cálculo, física, programación y, opcionalmente, materias relacionadas con el espacio, como mecánica orbital, entorno espacial, comunicaciones via satélite.

METODOLOGÍAS DOCENTES

El curso de Global Navigation Satellite System (GNSS) entra en detalle en el estudio de los datos y algoritmos de procesamiento relacionados con las constelaciones Galileo, GPS, GLONASS y BeiDou. Los fundamentos teóricos se presentan desde un punto de vista conceptual y se complementan con ejercicios guiados que se realizan mediante una herramienta de software específicamente diseñada para el procesamiento y análisis de datos GNSS conocida como ESA / UPC GNSS - Lab Tool suite (gLAB). La formación tiene como objetivo brindar, desde el primer momento, capacidades operativas en el uso instrumental de los conceptos y técnicas para el tratamiento de datos GNSS.

El curso desarrolla los contenidos del libro de Procesamiento de Datos GNSS "Volumen 1: Fundamentos y Algoritmos" y "Volumen 2: Ejercicios de Laboratorio", editados por la Agencia Espacial Europea (ESA), cuyos autores son los instructores del curso. Los materiales del curso incluyen el libro mencionado (en formato PDF) y un cuadernillo con todas las diapositivas del curso en formato PDF), así como el software de herramientas que se utiliza en los ejercicios de laboratorio (conjunto de herramientas gLAB).

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

Estudio teórico-práctico de los diferentes algoritmos de navegación del Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS) para dotar al alumno de un conocimiento riguroso sobre el procesamiento de datos GNSS. Se promueve la adquisición del uso instrumental de conceptos y técnicas en la navegación basada en GNSS.

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas aprendizaje autónomo	48,0	64.00
Horas grupo grande	27,0	36.00

Dedicación total: 75 h

CONTENIDOS

MÓDULO 1 - INTRODUCCIÓN AL SISTEMA GLOBAL DE NAVEGACIÓN POR SATÉLITE (GNSS)

Descripción:
Concepto GNSS. Reseña histórica. Segmentos y señales GNSS. Similitudes y diferencias entre constelaciones GNSS. Precisiones / errores que se pueden esperar del GNSS.

Dedicación: 5h
Grupo grande/Teoría: 2h
Aprendizaje autónomo: 3h

MÓDULO 2 - INTRODUCCIÓN A LAS TÉCNICAS DE POSICIONAMIENTO GNSS

Descripción:
Introducción de las diferentes técnicas de posicionamiento mediante señales de satélite. Posicionamiento autónomo con pseudorango de código (es decir, Servicio de posicionamiento estándar) y posicionamiento diferencial con código suavizado (DGNSS). Posicionamiento preciso con código y fase portadora, cinemática en tiempo real (RTK) y posicionamiento preciso de puntos (PPP). Servicios comerciales.

Dedicación: 7h
Grupo grande/Teoría: 2h
Aprendizaje autónomo: 5h

MÓDULO 3 - OBSERVABLES GNSS Y SUS COMBINACIONES

Descripción:
Revisión de las medidas GNSS de código y fase portadora. Primer análisis del contenido de las medidas GNSS por combinaciones de observables. Detección de saltos y discontinuidades de las medidas de fase portadora (i.e. saltos de ciclo). Suavizado del pseudorango del código con la fase portadora (filtro de Hatch). Análisis del multipath del código.

Dedicación: 9h
Grupo grande/Teoría: 4h
Aprendizaje autónomo: 5h

MÓDULO 4 - ÓRBITAS Y RELOJES DE SATÉLITES

Descripción:
Órbitas elípticas y elementos keplerianos. Órbita perturbada y elementos osculantes. Cálculo de coordenadas de satélites y offsets de reloj, caracterizando sus errores asociados. Algoritmos de cálculo del mensaje de navegación broadcast y de los archivos precisos (SP3 y CLK) de IGS. Cálculo de coordenadas de satélite a partir del Almanaque.

Dedicación: 7h
Grupo grande/Teoría: 2h
Aprendizaje autónomo: 5h

MÓDULO 5 - MODELADO DE LA PSEUDODISTANCIA

Descripción:
Estudio de la distancia geométrica, efectos relativistas, retrasos ionosféricos (incluido el estudio de NeQuickG y comparación con modelos ionosféricos utilizados en otras constelaciones GNSS (por ejemplo, modelo Klobuchar) y del Servicio Internacional de GNSS (IGS), retrasos troposféricos, retrasos instrumentales, multipath, correcciones del centro de fase de la antena (a partir de ficheros ANTEX). Análisis cualitativo y numérica del modelado de pseudodistancia.

Dedicación: 9h
Grupo pequeño/Laboratorio: 4h
Aprendizaje autónomo: 5h

MÓDULO 6 - ECUACIONES DE NAVEGACIÓN Y SU RESOLUCIÓN

Descripción:
Comprender el sistema de ecuaciones utilizado para determinar las coordenadas y el offset de tiempo a partir de medidas de pseudodistancia de código (Standard Point Positioning). Resolución por mínimos cuadrados. Vista conceptual del filtro de Kalman.

Dedicación: 14h
Grupo pequeño/Laboratorio: 4h
Aprendizaje autónomo: 10h

MÓDULO 7 - NAVEGACIÓN DE ALTA PRECISIÓN

Descripción:
Comprensión de la técnica de posicionamiento preciso de punto (PPP). Modelado de las necesidades de los observables, tanto del código como de la fase portadora. Resolución de la ambigüedad de la fase portadora: ambigüedades flotantes versus ambigüedades fijas. Estado del arte: PPP con resolución de ambigüedades enteras y el uso de la ionosfera para acelerar la convergencia del filtro de navegación (Fast-PPP).

Dedicación: 9h
Grupo pequeño/Laboratorio: 4h
Aprendizaje autónomo: 5h

MÓDULO 8 - POSICIONAMIENTO DIFERENCIAL

Descripción:
Comprensión del posicionamiento diferencial y errores en la señal GNSS. Concepto de posicionamiento diferencial y correcciones diferenciales. Mitigación del error diferencial.

Dedicación: 8h
Grupo pequeño/Laboratorio: 3h
Aprendizaje autónomo: 5h

MÓDULO 9 - SISTEMAS DE AUGMENTACIÓN

Descripción:
Introducción a los sistemas de aumento basados â□□â□□en tierra (GBAS). Introducción a los sistemas de aumento basados â□□â□□en satélites (SBAS). Servicio europeo de superposición de navegación geoestacionaria (EGNOS).

Dedicación: 7h
Grupo pequeño/Laboratorio: 2h
Aprendizaje autónomo: 5h

ACTIVIDADES

ACTIVIDAD 1 - CLASES TEÓRICAS

Descripción:
Clases de teoría

Material:
Apuntes de clase y diapositivas del curso

Dedicación: 30h
Grupo grande/Teoría: 10h
Aprendizaje autónomo: 20h

ACTIVIDAD 2 - CLASES PRÁCTICAS

Descripción:
Ejercicios guiados

Material:
El software asociado a las prácticas de laboratorio, incluido el paquete gLAB

Dedicación: 30h
Grupo grande/Teoría: 10h
Aprendizaje autónomo: 20h

ACTIVIDAD 3 - EXAMEN FINAL

Descripción:
El examen final consiste en preguntas y ejercicios con carácter teórico y práctico sobre el temario del curso.

Dedicación: 2h
Grupo grande/Teoría: 2h

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

Las evaluaciones a realizar serán del siguiente tipo:
- Examen final en forma de prueba escrita: 40%
- Ejercicios de laboratorio, incluido informe escrito: 30%
- Proyecto de la asignatura: 30%

Todos aquellos estudiantes que hayan suspendido el examen final, tendrán la opción de recuperarlo mediante la realización de una prueba global que se realizará el día fijado en el calendario del periodo de exámenes finales para la reconducción de asignaturas optativas. La calificación de esta prueba de reconducción estará entre 0 y 5 y sustituirá a la de la prueba escrita del examen final, siempre y cuando sea superior.

BIBLIOGRAFÍA

Básica:
- Sanz Subirana, Jaume; Juan Zornoza, J. Miguel; Hernández Pajares, Manuel. GNSS data processing. Noordwijk: ESA Publications Division, cop. 2013. ISBN 9789292218867.
- Hofmann-Wellenhof, B; Lichtenegger, H; Collins, J. Global positioning system: theory and practice. 5th, rev. ed. Wien [etc.]: Springer, cop. 2001. ISBN 9783211835340.
- Misra, Pratap; Enge, Per. Global positioning system: signals, measurements and performance. 2nd ed. Lincoln: Ganga-Jamuna, cop. 2006. ISBN 9780970954411.
- Xu, Guochang. GPS: theory, algorithms, and applications. 2nd ed. Berlin [etc.]: Springer, cop. 2007. ISBN 9783540727149.

Complementaria:
- Hernández Pajares, Manuel; Juan Zornoza, J. Miguel; Sanz Subirana, Jaume. GPS data processing: code and phase: algorithms, techniques and recipes [en línea]. 1st ed. (English). Barcelona: Centre de Publicacions del Campus Nord, UPC, DL 2005 [Consulta: 14/01/2021]. Disponible a: https://gage.upc.edu/sites/default/files/TEACHING_MATERIAL/GPS_BOOK/ENGLISH/PDGPS/BOOK_PDGPS_gAGE_NAV_08.pdf. ISBN 8493223050.

RECURSOS

Otros recursos:
Diapositivas del curso (teoría y laboratorio).
El software informático GNSS-Lab Tool suite (gLAB): un paquete educativo interactivo multipropósito para procesar y analizar datos GNSS.