



CAMPUS
DE EXCELENCIA
INTERNACIONAL

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S.I en Topografía, Geodesia
y Cartografía

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

123000620 - Integración de sistemas ins gnss aplicados a la fotogrametría gestión de datos en tiempo real

PLAN DE ESTUDIOS

12AC - Master Universitario En Ingeniería Geodesica Y Cartografía

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2018/19 - Primer semestre

Índice

Guía de Aprendizaje

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

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	123000620 - Integracion de sistemas ins gnss aplicados a la fotogrametria gestion de datos en tiempo real
No de créditos	4 ECTS
Carácter	Obligatoria
Curso	Primer curso
Semestre	Primer semestre
Período de impartición	Septiembre-Enero
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	12AC - Master universitario en ingeniería geodesica y cartografía
Centro en el que se imparte	12 - E.T.S.I en Topografía, Geodesia y Cartografía
Curso académico	2018-19

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Pedro Miguelsanz Muñoz (Coordinador/a)		pedro.miguelsanz@upm.es	Sin horario.
Julian Aguirre De Mata		julian.aguirre@upm.es	- -

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

3. Conocimientos previos recomendados

3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- Fotogrametría digital y visión artificial
- El procesamiento de los datos gnss
- Sistema geodésico global para la observación de la tierra

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Sistemas y marcos de referencia terrestre. Sistemas de coordenadas
- Fotogrametría analítica y digital
- Fundamentos de sistemas GNSS

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. Competencias

CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación

CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio

CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades

CE14 - Proyectar, elaborar y dirigir proyectos donde se contemple la gestión geomática para la actividad de tipo espacial y colaborar eficazmente en equipos multidisciplinares

CE2 - Dominio, capacidad de razonamiento y aplicación práctica de conocimientos avanzados en temas de Geodesia y Geofísica, Fotogrametría y Teledetección y Topografía y Cartografía

CT3 - Creatividad

CT9 - Capacidad en la toma de decisiones en condiciones desfavorables. Resolución de problemas

4.2. Resultados del aprendizaje

RA342 - Conocer y aplicar la integración INS/GNSS en la obtención de la orientación externa directa de los sensores para el caso fotogramétrico.

RA347 - Utilizar el algoritmo del filtro Kalman para solucionar el problema de deriva del INS con ayuda del GNSS.

RA346 - Conocer los sistemas de coordenadas de referencia y transformaciones entre ellos. Aplicar los modelos de la matriz de rotación aplicando MCD, ángulos de Euler y cuaterniones.

RA348 - Interpretar las ecuaciones del movimiento en los diferentes sistemas de referencia.

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

El siguiente programa expone los principios de la navegación inercial y su integración con el sistema GNSS como un hito importante en el campo de la fotogrametría, especialmente en los procesos de producción cartográfica.

En el tema nº 1 se da un repaso a los sistemas de referencia terrestres que permite asignar coordenadas a puntos sobre la superficie terrestre y las transformaciones entre ellos. Dentro de este apartado, se muestran los principios de la teoría de cuaterniones para referir posiciones y orientaciones a un objeto en el espacio.

En el tema nº 2 se aborda los sistemas de navegación GNSS y cálculo de trayectorias de los sensores aerotransportados para seguidamente introducirnos en el tema nº 3 en los principios de navegación inercial.

En el tema nº 4 se revisan los modelos de error dinámico y estocástico del sistema INS/GNSS.

En el tema nº 5 presenta la integración de los datos INS/GNSS a través de los filtros Kalman para poder plantear el estado del modelo dinámico lineal.

Por último en el tema nº 6 se procede a la aplicación práctica de la determinación de la orientación externa directa y por técnicas de triangulación aérea utilizando la información proporcionada por estos sensores.

Se incluye como resultado un estudio comparativo de las diferentes técnicas para la obtención de la orientación externa de los sensores.

5.2. Temario de la asignatura

1. Tema 1: Sistemas de coordenadas y transformaciones
 - 1.1. T1_1: Definición de los sistemas de referencia
 - 1.2. T1_2: Transformación de coordenadas
2. Tema 2: Sistema de navegación GNSS
 - 2.1. T2_1: Fundamentos básicos del sistema GNSS
 - 2.2. T2_2: Estructura del sistema GPS, GLONASS Y GALILEO
 - 2.3. T2_3: Sistemas de Medida en GNSS
 - 2.4. T2_4: Metodologías de procesamientos de datos GNSS en el cálculo de trayectorias de sensores aerotransportados
3. Tema 3: Principios de la Navegación Inercial
 - 3.1. T3_1: Unidad de Medida Inercial (IMU)
 - 3.2. T3_2: Sistema de Navegación Inercial (INS)
4. Tema 4: Modelos de error en un INS
 - 4.1. T4_1: Modelo de error dinámico
 - 4.2. T4_2: Modelo de error estocástico
5. Tema 5: Integración INS/GPS-GLONASS
 - 5.1. T5_1: Filtro discreto de Kalman
 - 5.2. T5_2: Modos de integración de datos de la IMU y de sistema GNSS
6. Tema 6: Aplicación práctica en la orientación externa de sensores
 - 6.1. T6_1: Orientación externa indirecta (OEI)
 - 6.2. T6_2: Orientación externa directa (OED)
 - 6.3. T6_3: Estudio comparativo OEI vs OED
 - 6.4. T6_4: Metodología de trabajo con los sistemas INS/GNSS

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Otra actividad presencial	Actividades de evaluación
1	1.1. Definición de los sistemas de coordenadas Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	1.2. Transformación de coordenadas Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
3	2.1. Fundamentos básicos del sistema GNSS Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
4	2.2. Estructura del sistema Glonass, GPS y Galileo Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
5	2.3. Sistemas de medida en GNSS Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
6	2.4. Metodologías de procesamiento de datos GNSS en el cálculo de trayectorias de sensores aerotransportados Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
7	3.1. Unidad de Medida Inercial Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Prueba evaluación continua EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 02:00
8	3.2. Sistema de Navegación Inercial (INS) Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
9	4. Modelos de error Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
10	5.1 Filtros Kalman Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Resolución de ejercicios prácticos sobre Filtros Kalman Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		
11	5.1 Filtros Kalman Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Resolución de ejercicios prácticos sobre Filtros Kalman Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		

12	6. Aplicación práctica de la OE de sensores Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
13		6. Aplicación práctica de la OE de sensores Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
14		6. Aplicación práctica de la OE de sensores Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
15		6. Aplicación práctica de la OE de sensores Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
16		6. Aplicación práctica de la OE de sensores Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		Prueba evaluación continua EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 02:00
17				Examen final EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Duración: 03:00

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.

7. Actividades y criterios de evaluación

7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

7.1.1. Evaluación continua

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
7	Prueba evaluación continua	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	50%	5 / 10	CB7 CE14 CB6 CB9 CT3 CE2 CT9
16	Prueba evaluación continua	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	50%	5 / 10	CB7 CE14 CB6 CB9 CT3 CE2 CT9

7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	100%	5 / 10	CB7 CE14 CB6 CB9 CT3 CE2 CT9

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

7.2. Criterios de evaluación

Realización de pruebas de conocimientos de contenidos de respuestas largas y/o breves, durante el curso y al final (evaluación extraordinaria) del mismo.

Realización de ejercicios prácticos con programa informático al finalizar las unidades didácticas que conlleven desarrollo de problemas o cuestiones prácticas.

Presentación de cuestionarios como trabajo autónomo del alumno.

Todas las actividades evaluables especificadas en la tabla del apartado anterior (evaluación sumativa) son de carácter obligatorio. La nota de la asignatura se calcula según los pesos fijados en dicha tabla. Se considera superada la asignatura con una nota mayor o igual a 5 sobre 10.

Las fechas para la realización de los ejercicios con software específico se notificarán conforme vaya avanzando el curso.

Las fechas de publicación de notas y revisión se notificará en el momento de la correspondiente prueba. Se realizarán pruebas objetivas y entrega de prácticas.

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Christopher Jekeli: Inertial Navegation Systems with Geodetic Applications, (2001)	Bibliografía	
Oleg Salychev: Inertial Systems in Navigation and Geophysics, (1998)	Bibliografía	
Mohinder S. Grewal, Lawrence R. Weill, Angus P. Andrews: Global Positioning Systems, Inertial Navigation, and Integration (2001)	Bibliografía	

Jay Farrell, Matthew Barth: The Global Positioning System & Inertial navigation, (1998)	Bibliografía	
Jie Shan, Charles K. Toth: Topographic Laser Ranging and Scanning, (2009)	Bibliografía	
Rainer Sandau: Digital Airborne Camera, (2010)	Bibliografía	
Fathi Y. Dwaik: INS, GPS, and Photogrammetry Integration for Vector Gravimetry Estimation, (1998)	Bibliografía	
Wolf P.R., Dewitt B.A.: Elements of Photogrammetry with Applications in GIS, (2000)	Bibliografía	
Karl Kraus: Photogrammetry (Volumen I, II), (1993)	Bibliografía	
Edward M. Mikhail, James S. Bethel, J. Chris McGlone: Introduction to Modern Photogrammetry, (2001)	Bibliografía	
"Sociedad Española de Cartografía, Fotogrametría y Teledetección (Contiene numerosos enlaces a otras páginas de interés) http://www.secft.org/secft,15,9,enlaces.html "	Recursos web	
http://www.secft.org/secft,15,9,enlaces.html	Recursos web	
http://aero.us.es/principal/docencia.html	Recursos web	
http://www.gps.gov/	Recursos web	
http://www.euclideanspace.com/maths/geometry/rotations/conversions/eulerToQuaternion/index.htm	Recursos web	

http://www.euclideanspace.com/maths/geometry/rotations/conversions/matrixToQuaternion/program/index.htm	Recursos web	
Laboratorio con ordenadores	Equipamiento	
Software: DIGI3D.	Equipamiento	
Aula con ordenador para el profesor y pantalla de proyección	Equipamiento	